

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成5年(1993)2月12日

(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上にN本の信号線 $X_1, X_2, \dots, X_n, \dots, X_N$ と、それに直交するM本の信号線 $Y_1, Y_2, \dots, Y_m, \dots, Y_M$ とによってマトリクス状に形成された配線と、各マトリクスの交差点領域には、少なくとも1つのNチャネル型薄膜トランジスタあるいは、Pチャネル型薄膜トランジスタと、各信号線の交差点領域に設けられた画素 $Z_{11}, Z_{12}, \dots, Z_{mn}, \dots, Z_{MN}$ とを有し、各薄膜トランジスタの出力端子は各画素を構成する静電装置の電極の一方に接続され、該薄膜トランジスタの制御電極は信号線 $X_1, X_2, \dots, X_n, \dots, X_N$ に、入力端子は信号線 $Y_1, Y_2, \dots, Y_m, \dots, Y_M$ に接続された電気光学装置において、任意の信号線 X_n に印加されるパルスにおいて、 i を有限な自然数とすると、 i 番目と $(i+1)$ 番目のパルスの間隔が T_1 で、 $(i+1)$ 番目のパルスと $(i+2)$ 番目のパルスの間隔が $2^N T_1$ (T_1 は定数、 N は整数)で、それぞれ、表されるとき、 $(i+2)$ 番目と $(i+3)$ 番目のパルスの間隔は $2 T_1$ 、 $(i+3)$ 番目と $(i+4)$ 番目のパルスの間隔は、 $2^{N-1} T_1$ でそれぞれ表されることを特徴とする電気光学装置の画像表示方法

【請求項2】アクティブマトリクスを有する表示装置と第1のアクティブマトリクス表示装置駆動回路と第1の駆動回路に接続したファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置と、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に接続したシフト・ドライバーと、第2のアクティブマトリクス表示装置駆動回路と第2の駆動回路に接続したシフト・ドライバーと、を有することを特徴とする電気光学表示装置。

【請求項3】アクティブマトリクスを有する表示装置と第1のアクティブマトリクス表示装置駆動回路と第1の駆動回路に接続したファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置と、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に接続したシフト・ドライバーと、を有する電気光学表示装置において、 N を任意の有限な自然数とすると、 N 番目の画像信号を前記アクティブマトリクス表示装置に出力している時には、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置には、 $(N+1)$ 番目と $(N+2)$ 番目の映像信号が記憶されていることを特徴とする画像表示方法。

【請求項4】アナログの映像信号を、二進法演算によって k 桁 (k は偶数) のデジタル映像信号とする演算装置と、アクティブマトリクスを有する表示装置と第1のアクティブマトリクス表示装置駆動回路と第1の駆動回路に接続したファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置と、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に接続したシフト・ドライバーと、を有する電気光学表示装置において、デジタル信号の第 $(k-2j+1)$ 桁 (j は $j < k/2$ の整数) の画像信号を前記アクティブマトリクス表示装置に出力している

時には、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置には、第 $(2j-1)$ 桁の映像信号が記憶されて、第 $(k-2j+2)$ 桁の映像信号が、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に転送されていることを特徴とする画像表示方法。

【請求項5】アナログの映像信号を、二進法演算によって k 桁 (k は偶数) のデジタル映像信号とする演算装置と、アクティブマトリクスを有する表示装置と第1のアクティブマトリクス表示装置駆動回路と第1の駆動回路に接続したファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置と、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に接続したシフト・ドライバーと、を有する電気光学表示装置において、デジタル信号の第 $(k-2j)$ 桁 (j は $j < k/2$ の整数) の画像信号を前記アクティブマトリクス表示装置に出力している時には、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置には、第 $(2j)$ 桁の映像信号が記憶されて、第 $(k-2j+1)$ 桁の映像信号が、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に転送されていることを特徴とする画像表示方法。

【請求項6】アナログの映像信号を、二進法演算によって k 桁 (k は偶数) のデジタル映像信号とする演算装置と、アクティブマトリクスを有する表示装置と第1のアクティブマトリクス表示装置駆動回路と第1の駆動回路に接続したファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置と、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に接続したシフト・ドライバーと、を有する電気光学表示装置において、前記デジタル映像信号のうち、第 $(k-2j+1)$ 桁 (j は $j < k/2$ の整数) の画像信号が前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に入力された後、第 $(2j-1)$ 桁の映像信号が前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に入力されることを特徴とする画像表示方法。

【請求項7】アナログの映像信号を、二進法演算によって k 桁 (k は偶数) のデジタル映像信号とする演算装置と、アクティブマトリクスを有する表示装置と第1のアクティブマトリクス表示装置駆動回路と第1の駆動回路に接続したファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置と、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に接続したシフト・ドライバーと、を有する電気光学表示装置において、前記デジタル映像信号のうち、第 $(k-2j)$ 桁 (j は $j < k/2$ の整数) の画像信号が前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に入力された後、第 $(2j)$ 桁の映像信号が前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に入力されることを特徴とする画像表示方法。

【請求項8】アナログの映像信号を、二進法演算によって k 桁 (k は偶数) のデジタル映像信号とする演算装置

(3)

と、k 桁の信号を各桁ごとに蓄積する記憶装置と、アクティブマトリクスを有する表示装置と、第1のアクティブマトリクス表示装置駆動回路と第1の駆動回路に接続したファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置と、前記ファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置に接続したシフト・ドライバーと、を有することを特徴とする電気光学表示装置において、前記記憶装置から前記シフト・ドライバーへデジタル映像信号が送られることを特徴とする電気光学装置の画像表示方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の利用分野】本発明は、駆動用スイッチング素子として薄膜トランジスタ（以下TFTという）を使用した液晶電気光学装置における画像表示方法において、特に中間的な色調や濃淡の表現を得るための階調表示方法に関するものである。本発明は、特に、外部からいかなるアナログ信号をもアクティブ素子に印加することなく、階調表示をおこなう、いわゆる完全デジタル階調表示に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液晶組成物はその物質特性から、分子軸に対して水平方向と垂直方向に誘電率が異なるため、外部の電界に対して水平方向に配列したり、垂直方向に配列したりさせることが容易にできる。液晶電気光学装置は、この誘電率の異方性を利用して、光の透過量または散乱量を制御することでON/OFF、すなわち明暗の表示をおこなっている。液晶材料としては、TN（ツイステッド・ネマティック）液晶、STN（スーパー・ツイステッド・ネマティック）液晶、強誘電性液晶、反強誘電性液晶、ポリマー液晶あるいは分散型液晶とよばれる材料が知られている。液晶は外部電圧に対して、無限に短い時間に反応するのではなく、応答するまでにある一定の時間がかかることが知られている。その値はそれぞれの液晶材料に固有で、TN液晶の場合には、数10msec、STN液晶の場合には数100msec、強誘電性液晶の場合には数10μsec、分散型あるいはポリマー液晶の場合には数10msecである。

【0003】液晶を利用した電気光学装置のうちでもっとも優れた画質が得られるものは、アクティブマトリクス方式を用いたものであった。従来のアクティブマトリクス型の液晶電気光学装置では、アクティブ素子として薄膜トランジスタ（TFT）を用い、TFTにはアモルファスまたは多結晶型の半導体を用い、1つの画素にP型またはN型のいずれか一方のみのタイプのTFTを用いたものであった。即ち、一般にはNチャネル型TFT（NTFTという）を画素に直列に連結している。そして、マトリクスの信号線に信号電圧を流し、それぞれの信号線の直交する箇所に設けられたTFTに双方から信

4

号が印加されるとTFTがON状態となることを利用して液晶画素のON/OFFを個別に制御するものであった。このような方法によって画素の制御をおこなうことによって、コントラストの大きい液晶電気光学装置を実現することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなアクティブマトリクス方式では、明暗や色調といった、階調表示をおこなうことは極めて難しかった。従来、階調表示は液晶の光透過性が、印加される電圧の大きさによって変わることを利用する方式が検討されていた。これは、例えば、マトリクス中のTFTのソース・ドレイン間に、適切な電圧を周辺回路から供給し、その状態でゲイト電極に信号電圧を印加することによって、液晶画素にその大きさの電圧をかけようとするものであった。

【0005】しかしながら、このような方法では、例えば、TFTの不均質性やマトリクス配線の不均質性のために、実際には液晶画素にかかる電圧は、各画素によって、最低でも数%も異なってしまう。これに対し、例えば、液晶の光透過度の電圧依存性は、極めて非線型性が強く、ある特定の電圧で急激に光透過性が変化するため、たとえ数%の違いでも、光透過性が著しく異なってしまうことがあった。そのため、実際には16階調を達成することが限界であった。例えば、TN液晶材料においては、ON状態からOFF状態へ光透過性が変化する、いわゆる遷移領域は、1.2Vの幅しかなく、16階調を達成せんとする場合には、1.2Vという狭い電圧幅を16分割した7.5mVという小さな電圧の制御が必要であり、そのため、製造歩留りは著しく低くなった。

【0006】このように階調表示が困難であるということは、液晶ディスプレイ装置が従来の一般的な表示装置であるCRT（陰極線管）と競争してゆく上で極めて不利であった。本発明は従来、困難であった階調表示を実現させるための全く新しい方法を提案することを目的とするものである。

【0007】

【問題を解決するための手段】さて、液晶にかかる電圧をアナログ的に制御することによって、その光透過性を制御することが可能であることを先に述べたが、本発明人らは、液晶に電圧のかかっている時間を制御することによって、視覚的に階調を得ることができることを見出した。

【0008】例えば、代表的な液晶材料であるTN（ツイステッド・ネマチック）液晶を用いた場合において、いわゆるノーマリー・ブラック、すなわち、液晶画素に電圧を印加しない状態で光透過性がない（黒い）状態となるように設計した画素において、図1に示されるような波形電圧を画素に印加することによって、明るさを変

(4)

5

化させることが可能であることがわかった。すなわち、図1の“1”、“2”、・・・“15”という順番で段階的に明るくすることができる。すなわち、図1の例では16階調の表示が可能である。当然のことながら、ノーマリー・ブラックの逆のモードである、ノーマリー・ホワイト（電圧が印加されていない状態で光透過性を示す）では、“1”が最も明るく、“15”が最も暗い。

【0009】このとき、“1”では、1単位の長さのパルスが印加される。また、“2”では、2単位の長さのパルスが印加される。“3”では、1単位のパルスと2単位のパルスが印加され、結果として3単位の長さのパルスが印加される。“4”では、4単位の長さのパルスが印加される。“5”では、1単位のパルスと4単位のパルスが印加され、“6”では、2単位のパルスと4単位のパルスが印加される。さらに、8単位の長さのパルスを用意することによって、15単位の長さのパルスを結果として得ることができる。

【0010】すなわち、1単位、2単位、4単位、8単位という4種類のパルスを適切に組み合わせることによって、 $2^4 = 16$ 階調の表示が可能となる。さらに、16単位、32単位、64単位、128単位というように、多くのパルスを用意することによって、それぞれ、32階調、64階調、128階調、256階調という高度階調表示が可能となる。例えば、256階調表示を得るには、8種類のパルスを用意すればよい。

【0011】また、図1の例では、画素に印加される電圧の持続時間は、最初 T_1 、次が $2T_1$ 、その次が $4T_1$ というように等比数列的に増大するように配列した例を示したが、これは、例えば、図3のように、最初に T_1 、次に $8T_1$ 、その次が $2T_1$ 、最後に $4T_1$ としてもよい。このように配列せしめることにより、表示装置にデータを伝送する装置の負担を減らすことができる。

【0012】本発明を実施せんとすれば、液晶材料としては、TN液晶やSTN液晶、強誘電性液晶、反強誘電性液晶、分散型（ポリマー）液晶が適してる。また、1単位のパルス幅は、どの液晶材料を選択するかによって微妙に異なるが、TN液晶材料の場合には、 10 nsec 以上 100 msec 以下が適していることが明らかになった。

【0013】本発明を実施するには、例えば、図4に示すような、薄膜トランジスタを使用したマトリクス回路を組めばよい。図4に示した回路は従来のTFTを利用したアクティブマトリクス型表示装置に用いられた回路と同じである。このようなアクティブマトリクス型表示装置の1つの画素の例を図5に示す。図において、領域12は、例えばポリシリコンでできたNTFT（もしくはPTFT）を示し、電極14はそのゲート電極である。そして、配線11はゲート配線であり、これは、X線として機能する。また、配線10はTFTのソースに接続した配線で、Y線として機能する。また、配線15

6

は図4におけるキャパシタを形成するための配線であり、これは、画素電極13の下に絶縁物を介して設けられる。

【0014】図4では画素のキャパシタと並列に人為的にキャパシタが挿入されている。このとき挿入されたキャパシタは、画素の自然放電によって、画素の電圧が低下することを抑制する効果を有するとともに、ゲート電極とドレイン領域の間の寄生容量を介して、画素電極とX線が容量結合し、X線の電位の変動によって、画素電極の電位が変動することを抑制する効果も有する。

【0015】特に後者に関しては、電位変動の大きさは近似的には、ゲートとソース、ドレイン間の寄生容量に比例し、液晶画素の容量に反比例する。液晶ディスプレイ装置においては、画素の容量は比較的容易に制御できるのに対し、寄生容量のばらつきは大きくなりがちであり、したがって、液晶画素の容量が小さい場合（例えば、液晶単位画素の面積が小さい場合等）には、ゲートの寄生容量のばらつきが大きく影響し、各画素によって濃淡が全くでたらめになってしまうことがある。特に本発明のように、画素に印加され持続される電圧が一定のものとして階調表示をおこなおうとする場合には、重要な問題である。したがって、このように容量を付加して、見掛け上、液晶画素の容量を大きくし、ゲートの寄生容量の効果を抑え、液晶電位の変動を小さくすることは重要である。

【0016】また、液晶セル等の画素に、例えばテトラフルオロエチレン、ポリビニリデンフルオライド等の有機強誘電性材料を含有せしめることにより、画素の静電容量を増大せしめ、よって画素の放電の時定数を増大せしめることによって、このような人為的なキャパシタをもうけることなく、安定で再現性の優れた動作をさせることもできる。

【0017】しかしながら、このようにキャパシタを付加することは、動作速度の低下につながることであるから、過大な容量を付加することは望ましくない。したがって、付加する容量の大きさは、ゲートの寄生容量の10～100倍、もしくは液晶画素本来の容量の数～100倍程度、好ましくは10倍以下が適当である。

【0018】このような回路において、各薄膜トランジスタのゲート電圧やソース・ドレイン間電圧をコントロールすることによって、画素に印加される電圧のON/OFFを制御することが可能である。この例では、マトリクスは 640×480 ドットであるが、煩雑さをさけるため、 n 行 m 列近傍のみを示した。これとおなじものを上下左右に展開すれば、完全なものが得られる。この回路を用いた動作例を図2に示す。

【0019】信号線 $X_1, X_2, \dots, X_n, X_{n+1}, \dots, X_{480}$ （以下、X線と総称する）は、各TFTのゲート電極に接続されている。そして、図2に示すように、順番に矩形パルス信号が印加されてゆく。一方、信号線 Y_1, Y_2, \dots, Y

(5)

7

$m, Y_{m+1}, \dots, Y_{640}$ (以下、Y線と総称する) は、各TFTのソース (あるいはドレイン電極) に接続されているが、これには、やはり、複数のパルスからなる信号が印加されてゆく。このパルス列には、1単位の時間 T_1 中に、640個の情報が含まれている。

【0020】以下では、4つの画素 $Z_{n,m}$ 、 $Z_{n+1,m}$ 、 $Z_{n,m+1}$ 、 $Z_{n+1,m+1}$ に注目するが、ゲート電極とソース電極の双方に信号が来ないかぎり、画素の電圧は変化しないので、この4つの画素に関しては、信号線 X_n 、 X_{n+1} および Y_m 、 Y_{m+1} に注目すればよい。

【0021】図に示すように、矩形パルスが X_n に印加された場合を考える。今、4つの画素 $Z_{n,m}$ 、 $Z_{n,m+1}$ 、 $Z_{n+1,m}$ 、 $Z_{n+1,m+1}$ に注目しているとすれば、 Y_m および Y_{m+1} のそのときの状態に注目すればよい。このとき、 Y_m には信号があり、 Y_{m+1} には信号がないので、結局、画素 $Z_{n,m}$ は電圧状態、 $Z_{n,m+1}$ は非電圧状態になる。そして、Y線に加える電圧よりも早く、X線のパルスを切ることにより、画素の電圧状態は、画素のキャパシタによって維持されるので、画素 $Z_{n,m}$ は電圧状態を維持する。以後、次に X_{n+1} に信号が印加されるまで、基本的にはそれぞれの画素の状態が持続する。

【0022】ついで、 X_{n+1} にパルスが印加される。図に示されているように、そのときには Y_m は非電圧状態、 Y_{m+1} は電圧状態であるため、画素 $Z_{n+1,m}$ は非電圧状態、画素 $Z_{n+1,m+1}$ は電圧状態となり、先に述べたのと同様にそれぞれの状態を維持し続ける。

【0023】次に、先に X_n にパルスが印加されてから、時間 T_1 後に信号線 X_n に2回目のパルスが印加されたときには、 Y_m および Y_{m+1} は、それぞれ、非電圧状態、電圧状態であるので、画素 $Z_{n,m}$ は非電圧状態に、画素 $Z_{n,m+1}$ は電圧状態に、それぞれ、状態が変化する。さらに、 X_{n+1} にパルスが印加される。図に示されているように、そのときには Y_m も Y_{m+1} も電圧状態であるため、画素 $Z_{n+1,m}$ も $Z_{n+1,m+1}$ は電圧状態となる。このとき、画素 $Z_{n+1,m+1}$ は電圧状態を継続することになる。

【0024】その後、時間 $4T_1$ 後に、3回目の信号が X_n に印加される。そのときには、 Y_m も Y_{m+1} も電圧状態であるため、画素 $Z_{n,m}$ は非電圧状態から電圧状態に変化し、画素 $Z_{n,m+1}$ は電圧状態を継続することとなる。さらに、 X_{n+1} にパルスが印加される。そのときには Y_m も Y_{m+1} も非電圧状態であるため、画素 $Z_{n+1,m}$ も $Z_{n+1,m+1}$ は非電圧状態となり、いずれも電圧状態が終了する。

【0025】その後、時間 $2T_1$ 後に、4回目の信号が X_n に印加される。そのときには、 Y_m も Y_{m+1} も非電圧状態であるため、画素 $Z_{n,m}$ も画素 $Z_{n,m+1}$ も電圧状態から非電圧状態へ変化する。さらに、 X_{n+1} にパルスが印加されるが、やはり Y_m も Y_{m+1} も非電圧状態であ

8

るため、画素 $Z_{n+1,m}$ も $Z_{n+1,m+1}$ は非電圧状態のままである。

【0026】このようにして、1周期が完了する。この間、各X線には3個のパルスが印加され、各Y線には、 $3 \times 480 = 1440$ の情報信号が印加されている。また、この1周期の時間は $1T_1 + 2T_1 + 4T_1 = 7T_1$ であり、 T_1 としては、例えば、 $1.0 \text{ nsec} \sim 1.0 \text{ msec}$ が適当である。そして、各画素に注目してみれば、画素 $Z_{n,m}$ には時間 T_1 のパルスと $2T_1$ のパルスが印加され、視覚的には $3T_1$ のパルスが印加されたものと同じ効果が得られる。すなわち、“3”の明るさが得られる。同様に、画素 $Z_{n,m+1}$ 、画素 $Z_{n+1,m}$ 、 $Z_{n+1,m+1}$ には、結局、“4”、“6”、“5”の明るさが得られる。

【0027】以上の例では、8階調の表示が可能であるが、さらに多くのパルス信号を加えることによって、より高階調が可能である。例えば、1周期 (1画面) 中に、さらに各X線に5回のパルスを加え、計8パルスとし、各Y線には $8 \times 480 = 3840$ の情報信号を印加することにより、256階調もの高階調表示を達成することができる。

【0028】図2の例では、X線に印加するパルスの間隔を最初 T_1 、次に $4T_1$ 、その次に $2T_1$ とした。この方式は図3の例に近いものであり、このようにすることによってデータ転送の動作を容易におこなえる。以下では、データの転送も含めた周辺回路の構成を示し、本発明の有利性を説明する。

【0029】図6は、本発明を実施するための表示装置本体とその周辺回路の様子を示している。説明を簡単にするために、画面のマトリクスサイズは 8×8 の小さなものとした。本発明の特徴とすることは、Y線のドライバーの外部にファースト・イン・ファースト・アウト・メモリー装置 (以下、FIFOという) を付加したことである。すなわち、このFIFOによって、Y線に供給されるべきデータを一時ストックし、その後、Y線、すなわち、表示装置に出力するというものである。また、従来は、Y線に印加されるデータはアナログ信号であったが、本発明では、デジタル信号である。逆に言えば、信号をデジタル化することが可能であったから、FIFOを付加することができたともいえる。このように、FIFOを付加することによって、信号の流れを平均化することができ、よって、図6のシフトレジスター以前の駆動回路の負担を軽減することができる。

【0030】駆動回路の負担とは、以下のように説明できる。すなわち、図2のY線の信号に注目すると、最初の T_1 の間に、Y線には480個もの情報信号が印加される。しかしながら、次の $4T_1$ の間にも、480個の信号が印加されるが、時間が4倍になっているので、密度は4分の1である。また、その次の $2T_1$ の間の信号の密度は最初のものの半分である。このように、信号の

(6)

9

密度にむらがある場合においては、最も、高密度な場合をもとに回路を設計しなければならない。したがって、シフトレジスタは T_1 の間に480個の信号を処理することが求められる。

【0031】しかしながら、最初の T_1 と次の4 T_1 のデータを一緒にして、転送した場合には、5 T_1 の時間に960個の信号であるから、 T_1 あたり192個のデータを転送すればいいこととなる。そこで、FIFOを設けて、データを一時ストックすることによってシフトレジスタにかかる負担を軽減することができる。これは、例えて言うならば、ダムのようなものである。一定の流量の水がダムに流れ込んでおり、ダムには、常に一定量の水が蓄えられているので、下流の需要に合わせて、水を多量に放出したり、少しづつ放出したりする自由度が得られる。

【0032】さらに、図6では、ロジック・シーケンサによって、X線、Y線のシフトレジスタおよびFIFOのタイミングを細かく制御できるようにした。

【0033】本発明の動作は、以下のように例示される。例えば、図7に示すように、通常のアナログ映像信号として入力された信号は、ただちに二進法演算処理によってデジタル信号とされる。例えば、8ビット（8桁）のデジタル信号とする。この例では、例えば、アナログ信号の10は、00011001、20は、00110011、100は11111111というように変換される。8ビットとすることによって、 $2^8 = 256$ 階調の表示が可能となる。同様に、64階調が必要な場合には6ビット、16階調が必要な場合には4ビットの信号に変換する。また、例えば、128階調表示の場合には、7ビットの信号に変換される。

【0034】次に、このように変換された信号は、一時的にメモリーに蓄積される。しかしながら、このときの各データは8ビットのひとまとまりのデータとして蓄積されるのではなく、8ビットの各桁別に、 2^0 、 2^1 、 2^2 、 2^3 、 2^4 、 2^5 、 2^6 、 2^7 の計8個に分配されたデータ、すなわち、#0、#1、#2、#3、#4、#5、#6、#7という平面的なデータとして、階調表示用階調別メモリーに分配してストックされる。もし、マトリクス第1行第2列のデータを知りたかった、#0～#7 bitの各データのそれぞれ第1行第2列を見ればよい。この場合には、#7から順に、0、0、0、1、1、0、0、1というデータがストックされている。したがって、階調データは00011001であり、10進法でアナログ変換すれば、10という数字になる。

【0035】このようにしてストックされたデータは、次に、図8に示すように、#0 bitの第1行から順に次段の装置に転送される。第8行まで、転送されたら、今度は#7 bitの第1行から順に転送される。

【0036】#7 bitの転送が終了したら、図9に

10

示すように、以下、(#1、#6)、(#2、#5)、(#3、#4)というように転送される。この転送の順序は、この逆であってもよいし、また、(#0、#7)、(#6、#1)、(#2、#5)、(#4、#3)という順番であってもよい。いずれにしろ、これらのデータの転送の組合せで、画像出力の密度が最も高くなるのは、後に示すように#3と#4のデータの出力時であるから、その他の組合せが、この組合せよりも低い密度となるようなものであれば、特に問題はない。また、例えば、128階調表示をおこなう場合には、先に述べたように7ビットの信号(#0、#1、#2、#3、#4、#5、#6)に変換されるのであるが、この場合には、例えば、ダミーの信号として、映像情報を何ら含まない#7を作り、見掛け上、8ビットの信号のようにして、上記のような組合せを行えばよい。さらに、ダミーを用いなくて、#6、(#0、#5)、(#1、#4)、(#2、#3)という組合せを作り、データを転送してもよい。

【0037】8ビットの信号を転送する場合、例えば、#0、#1、#2、・・・というように単純にデータを転送したとすると、図1に示すような画像出力となり、出力密度の高いデータと低いデータを組み合わせ、平均化し、密度を低く保つという本発明の技術思想は実現できない。もちろん、そのようなデータ転送をおこなっても、後段での信号の処理が十分に高速でおこなえれば何ら問題はない。

【0038】さて、このように転送されたデータはシフトレジスタによって、Y線の各列に分配され、FIFOに入力される。FIFOでは、先に入力されたデータが、順々に先に送られ、丁度、トコロテンが押し出されるようにLCDドライバーにおくられ、各Y線に出力される。この様子は図10に示される。先に、トコロテン式に押し出されると記述したが、その速度は一定ではない。図10の例では、#0 bitのデータが押し出された後、#7 bitのデータが押し出され、しばらく、時間を置いてから、#1 bitのデータが押し出される。その様子を図11に示す。

【0039】図11では、SL 0～7で示されるX線の信号と、DL 0～7で示されるY線の信号、およびY線へのデータの転送の様子が示されている。最初、#0のデータがY線に出力されているときには、#7と#1のデータがFIFOにストックされている。#0の出力は時間Tで終了し、引続き#7が出力されるが、それも時間Tで終了する。そして、#7のデータは、時間127Tの間、画面マトリクス上に保持される。この#0と#7が出力されている時間に#6とそれに続いて#2のデータがシフトレジスタを経由してFIFOに入力される。それに要する時間はそれぞれ12T、計24Tである。したがって、#1のデータが出力されたときには、#6のデータの12分の1がFIFOに入力され

たに過ぎず、#7のデータが出力されたときでも#6のデータの入力の6分の1が完了したに過ぎない。これらのデータの入力には#7のデータが画面上に表示されていて、LCDドライバーの動いていない時間が主として使われる。このことから明らかなようにFIFOの前段の回路（例えば、シフトレジスターや階調表示用各階調別メモリー）は、LCDドライバーよりも低速で動作できるので、その負担は軽くて済む。

【0040】その後、#1のデータが出力され、データ出力完了後、時間Tを置いて、#6のデータが出力される。そして、#1のデータが出力されたことによってFIFOに空きができるので、次の#5と#3のデータが入力される。この入力に要する時間は、#6と#2のデータの入力に要したのと同じく、 $24T$ である。

【0041】このようにして、#3および#4のデータがFIFOに入力され、LCDドライバーから出力されて、1周期が完了し、これによって256階調表示の1画面が形成される。以上のように、FIFOへのデータの入力時間は1ビット当たり、 $12T$ であったが、これは、#3および#4のデータの出力時間によって決定されるものである。すなわち、図に示されているようにFIFOにストックされていた#3のデータが時間Tで出力されたあと、 $7T$ の間保持され、続いて、#4のデータが時間Tで出力されたあと、 $15T$ の間保持される。この間、 $24T$ の時間である。この時間は、他のいかなる組合せのデータ保持時間よりも短い。したがって、この間に、#7のデータと#1のデータをFIFOに入力しなければならないので、FIFOへデータを転送する速度の最大値は、1ビット当たり、 $12T$ と決定される。もちろん、より短時間でデータを転送しても構わない。

【0042】以上の説明では、FIFOは 24×8 ビットのものであったが、これは、表示装置のマトリクスの規模によって、決定され、 $N \times M$ であったならば、 $3 \times N \times M$ である。

【0043】以上の説明から明らかなように、高階調表示では、時間分割を細かくおこなう必要があるので、アクティブ素子（TFT）やシフトレジスター、LCDドライバー、FIFO等の回路は、極めて高速のスイッチングが必要とされる。例えば、256階調を実現するには、動画は、毎秒30枚以上繰り出される必要があるので、 $256T_1 < 30\text{msec}$ 、すなわち、 $T_1 < 100\mu\text{sec}$ である。したがって、例えば、X線（ゲイト電極に接続している）が480行の場合には、各Y線には $100\mu\text{sec}$ の間に480個の信号が出力され、また、各X線もその速度に追従してTFTを駆動する必要がある。結局、 200nsec 以下のパルスが印加され、TFTもそのようなパルスに応答できることが必要である。図2の例では、NMOSのTFTのみを用いたが、動作速度を上げる目的で、CMOS回路を有する回路を画素に接続してもよい。例えば、CMOSインバ

ータ回路、CMOS変形インバータ回路、CMOS変形バッファ回路、あるいはCMOS変形トランスファージェイト回路等を用いても構わない。

【0044】さらに、以上の説明では、1画面ごとに、あるいは数画面ごとに周期的に液晶にかかる電圧の向きを反転させ、液晶に直流電圧が長時間印加されることによって電気分解等による液晶の劣化を防止する、いわゆる交流化については、何ら記述しなかったが、本発明と矛盾するものではないので、交流化をおこなって本発明を実施しても構わないことは明らかである。

【0045】また、画素の対向電極に適切なバイアス電圧を印加することによって、画素材料にかかる実質的な電圧を変化させることは可能である。例えば、画素の対向電極に、適切な電圧を印加することにより、画素材料に印加される電圧の向きを、正負両方取りうるようにすることもできる。このような操作は、例えば、強誘電性液晶においては必要である。

【0046】また、以上の説明では、画面は1行ずつ順に走査されていったが、1行あるいは複数行おきに走査する、いわゆる飛び越し走査法を採用することも可能であることは言うまでもない。

【0047】

【実施例】本発明を用いて、実際のモノクロ・テレビジョン（NTSC）を駆動した場合の装置を図12および図13、図15に、駆動信号の例を図14および図16に示す。

【0048】図12は、テレビジョンの画面部分およびその周辺回路を示しており、画面のマトリクスの大きさは 720×480 である。したがって、FIFOは、 $720 \times 480 \times 3 = 1036800$ ビットであり、X線のドライバーおよびシフトレジスターは480ドット、Y線のドライバーおよびシフトレジスターは720ドットである。さらに、Y線のデータシフトレジスターは16ビット \times 45のものを用いた。これらのタイミングはLCD階調駆動シーケンス・コントローラによって制御した。

【0049】画面のマトリクスは、ポリシリコンTFTを用いて、CMOS（相捕型電界効果素子）トランスファージェイト回路を用いた。その4つの画素に関する回路図を図15に示す。作製については通常の低温熱アニール結晶化法を採用した。その詳細については省略する。このような回路を効率よく高速動作させるには、その制御電極に接続されたX線には、図16に示すように、極性が反転するパルス信号（以下、バイポーラ・パルスという）を印加するとよい。このとき、バイポーラパルスの極性の順序やパルスの高さ、パルスの幅は素子の特性に応じて、設計される。図16には、トランスファージェイト回路の動作例を示したものであるが、基本的には、バイポーラ・パルスを用いること以外は、通常のNMOS型回路を用いる場合と同じである。

13

【0050】図13は、テレビジョンの信号処理部分のブロック図を示す。通常のアナログ映像信号が、同期分離されたのち、アナログ・デジタル・コンバータ(A/D 8bit)によって、8ビットのデジタル映像信号に変換され、この信号は、階調表示用階調別データメモリーとして機能する、720dot×480dot×8bitのデュアルポートメモリーに一時蓄積された後、図9のような順番で、次段のFIFO(マトリクスの周辺のFIFOとは異なる)に送り出され、このFIFOからデータセットシフトレジスターを経由して図12のData入力端子に出力される。これらの周辺回路について、全てモノリシックICを用い、ドライバー出力端子をX線およびY線に公知のTAB法によって接続した。

【0051】しかしながら、マトリクスの周辺回路、特にドライバー、FIFO、シフトレジスターをマトリクスと同時にポリシリコンで作製することも可能である。その場合には、多数のX線、Y線の接続という工程が必要でないので、製品の歩留りを向上せしめ、価格を低下させることができる。

【0052】回路に加えられる信号は図14に示される。X線に加えられる信号のパルス幅は135nsecとした。データのデータシフトレジスターへの転送には16ビット・データ・バスを使用した為、1ビット当りのデータ(720×480)の転送には21600クロックのパルスを使用した。1ビットあたりのデータ転送時間は780μsecとし、例えば、#6のデータと#2のデータの間は、3μsecだけ信号を加えない状態とした。そのためのデータの周波数は27.7MHzであった。以上のようにして、液晶装置で256階調のモノクロ映像を得ることができた。

【0053】

【発明の効果】本発明では、従来のアナログ方式の階調表示に対し、デジタル方式の階調表示を行うことを特徴としている。その効果として、例えば640×400ドットの画素数を有する液晶電気光学装置を想定したばあい、合計256,000個のTFTすべての特性をばらつき無く作製することは、非常に困難を有し、現実的には量産性、歩留りを考慮すると、16階調表示が限界と考えられているのに対し、本発明のように、全くアナログ的な信号を加えることなく純粋にデジタル制御のみで階調表示することにより、256階調表示以上の階調表示が可能となった。完全なデジタル表示であるので、TFTの特性ばらつきによる階調の曖昧さは全くなり、したがって、TFTのばらつきが少々あっても、極めて均質な階調表示が可能であった。したがって、従来はばらつきの少ないTFTを得るために極めて歩留りが悪かったのに対し、本発明によって、TFTの特性のばらつきがさほど問題とされなくなったため、TFTの歩留りは向上し、作製コストも著しく抑えることができた。

(8)

14

【0054】例えば640×400ドットの256,000組のTFTを300mm角に作成した液晶電気光学装置に対し通常のアナログ的な階調表示を行った場合、TFTの特性ばらつきが約±10%存在するために、16階調表示が限界であった。しかしながら、本発明によるデジタル階調表示をおこなった場合、TFT素子の特性ばらつきの影響を受けにくいために、256階調表示まで可能になりカラー表示ではなんと16,777,216色の多彩であり微妙な色彩の表示が実現できている。テレビ映像の様なソフトを映す場合、例えば同一色からなる『岩』でもその微細な窪み等から微妙に色合いが異なる。自然の色彩に近い表示を行おうとした場合、16階調では困難を要する。本発明による階調表示によって、これらの微細な色調の変化を付けることが可能になった。

【0055】本発明の実施例では、シリコンを用いたTFTを中心に説明を加えたが、ゲルマニウムを用いたTFTも同様に使用できる。とくに、単結晶ゲルマニウムの電子移動度は3600cm²/Vs、ホール移動度は1800cm²/Vsと、単結晶シリコンの値(電子移動度で1350cm²/Vs、ホール移動度で480cm²/Vs)の特性を上回っているため、高速動作が要求される本発明を実行する上で極めて優れた材料である。また、ゲルマニウムは非晶質状態から結晶状態へ遷移する温度がシリコンに比べて低く、低温プロセスに向いている。また、結晶成長の際の核発生率が小さく、したがって、一般に、多結晶成長させた場合には大きな結晶が得られる。このようにゲルマニウムはシリコンと比べても遜色のない特性を有している。

【0056】本発明の技術思想を説明するために、主として液晶を用いた電気光学装置、特に表示装置を例として説明を加えたが、本発明の思想を適用するには、なにも直視型の表示装置である必要はなく、いわゆるプロジェクション型テレビやその他の光スイッチ、光シャッターであってもよい。さらに、電気光学材料も液晶に限らず、電界、電圧等の電気的な影響を受けて光学的な特性の変わるものであれば、本発明が適用できることは明らかであろう。さらに、液晶の動作形態についても、以上の説明で用いた動作以外に、他のモードでの使用、例えば、ゲストホストモードでの使用であっても、本発明が適用できることは明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による駆動波形の例を示す。

【図2】 本発明による駆動波形の例を示す。

【図3】 本発明による駆動波形の例を示す。

【図4】 本発明によるマトリクス構成の例を示す。

【図5】 本発明による素子の平面構造の例を示す。

【図6】 本発明による電気光学装置のブロック図を示す。

【図7】 本発明におけるアナログ映像データのデジタ

(9)

15

ル映像データへの変換法を示す。

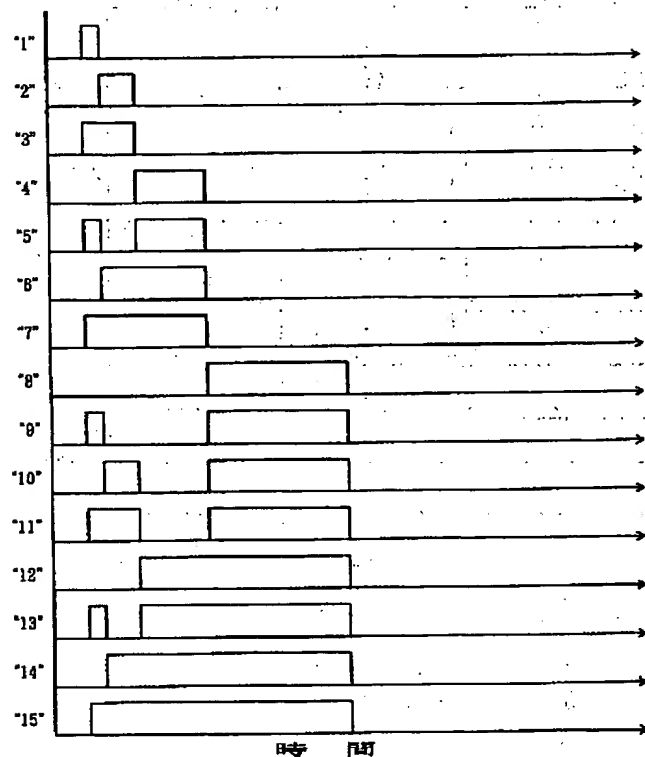
【図8】 本発明におけるデータの転送順序の例を示す。

【図 9】 本発明におけるデータの転送順序の例を示す。

【図10】本発明におけるデータの転送方法の例を示す。

【図 1 1】本発明における駆動信号の例を示す。

【图 1】



16

【図１２】実施例における液晶表示装置のブロック図を示す。

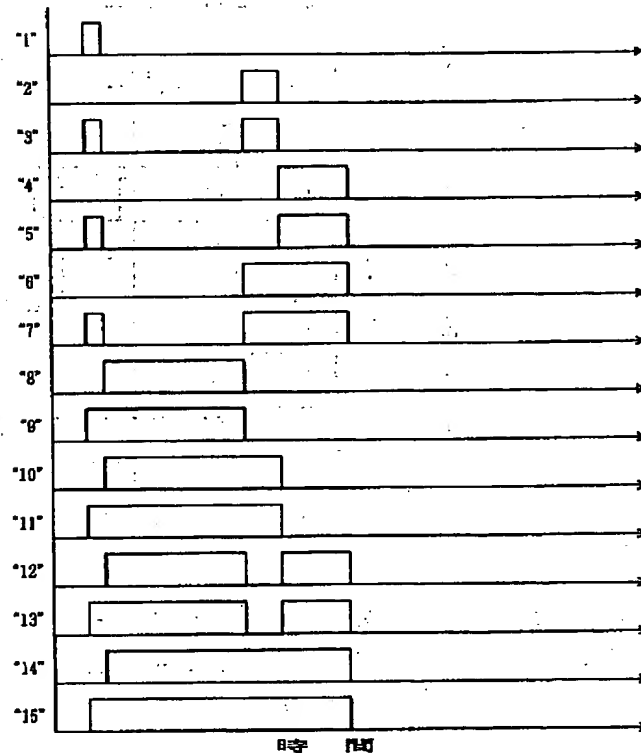
【図 13】実施例における液晶表示装置のブロック図を示す。

【図 1 4】実施例における駆動信号の例を示す。

【図 15】 実施例におけるマトリクス構成の例を示す。

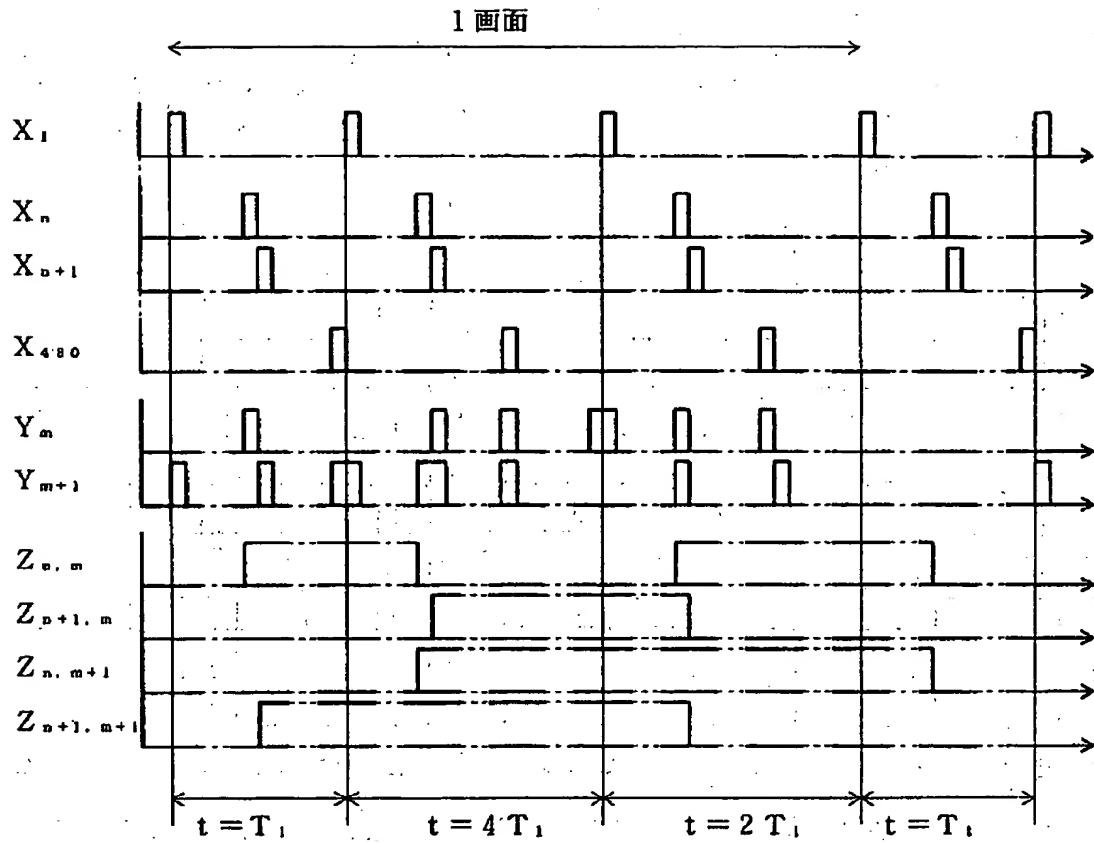
【図 16】 実施例における駆動信号の例を示す。

【圖 3】



(10)

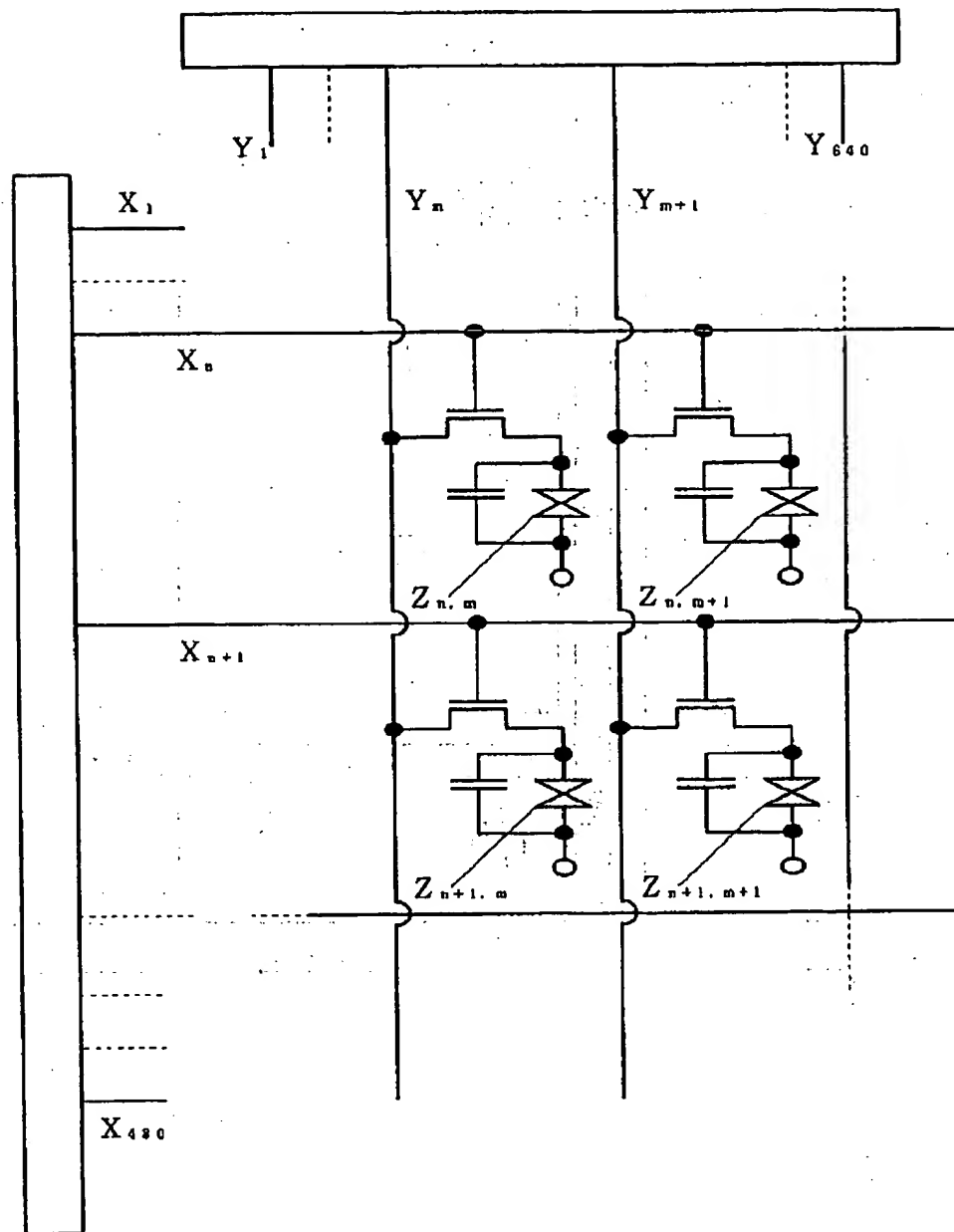
【図2】



$$\begin{array}{llll}
 Z_{0,m} & : & T_1 + 2T_1 = 3T_1 & \rightarrow \text{"3"} \\
 Z_{0+1,m} & : & 4T_1 & \rightarrow \text{"4"} \\
 Z_{n,m+1} & : & 4T_1 + 2T_1 = 6T_1 & \rightarrow \text{"6"} \\
 Z_{n+1,m+1} & : & T_1 + 4T_1 = 5T_1 & \rightarrow \text{"5"}
 \end{array}$$

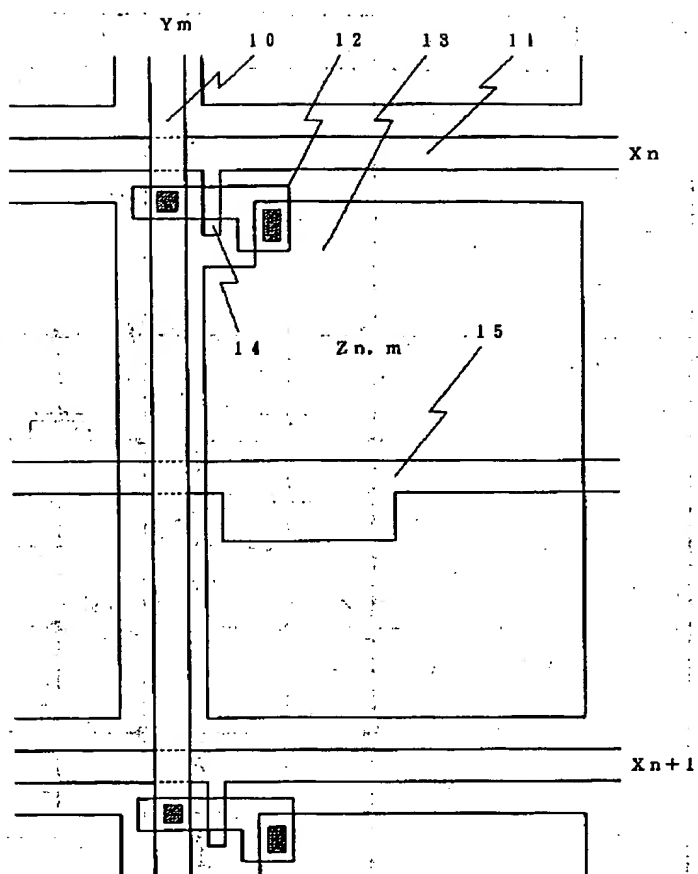
(11)

【図4】



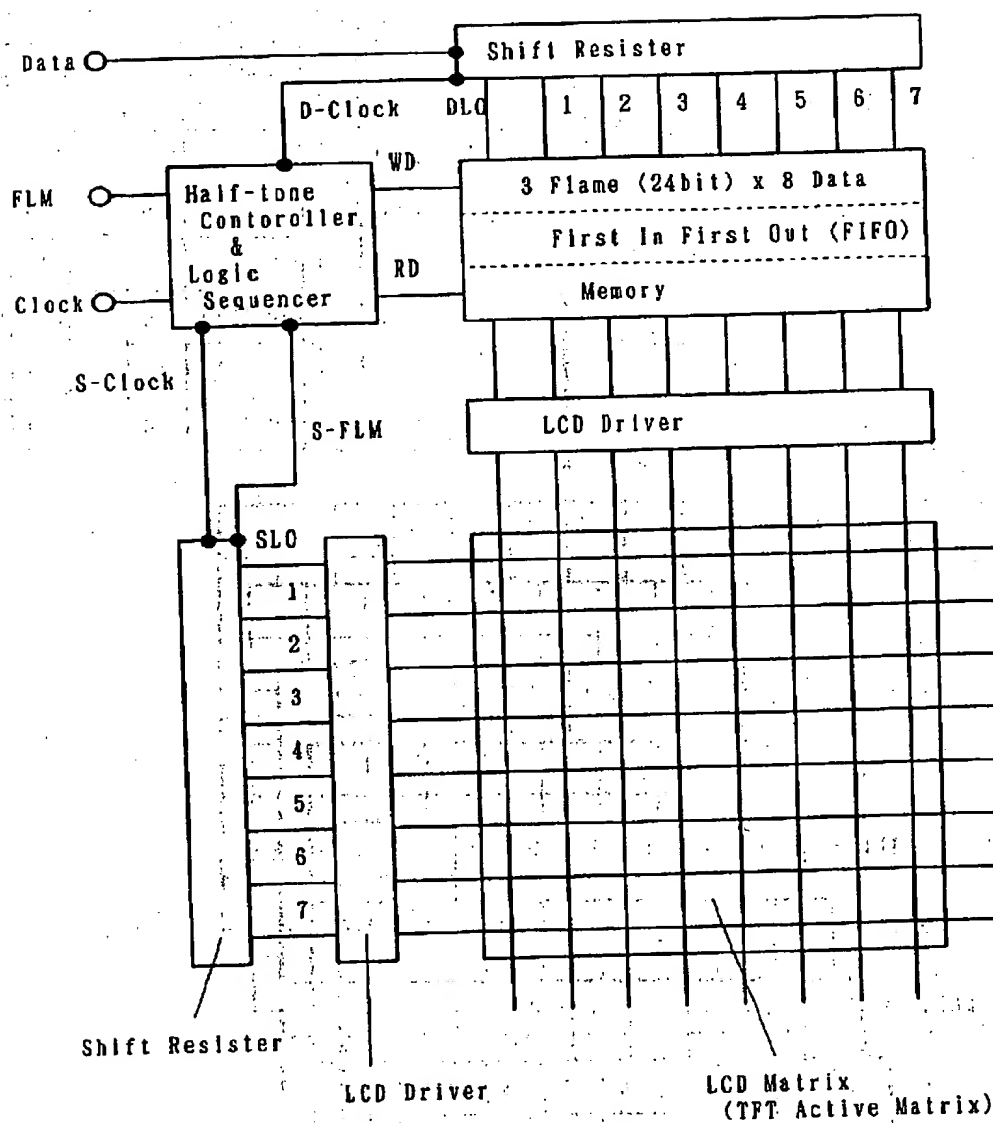
(12)

【図5】



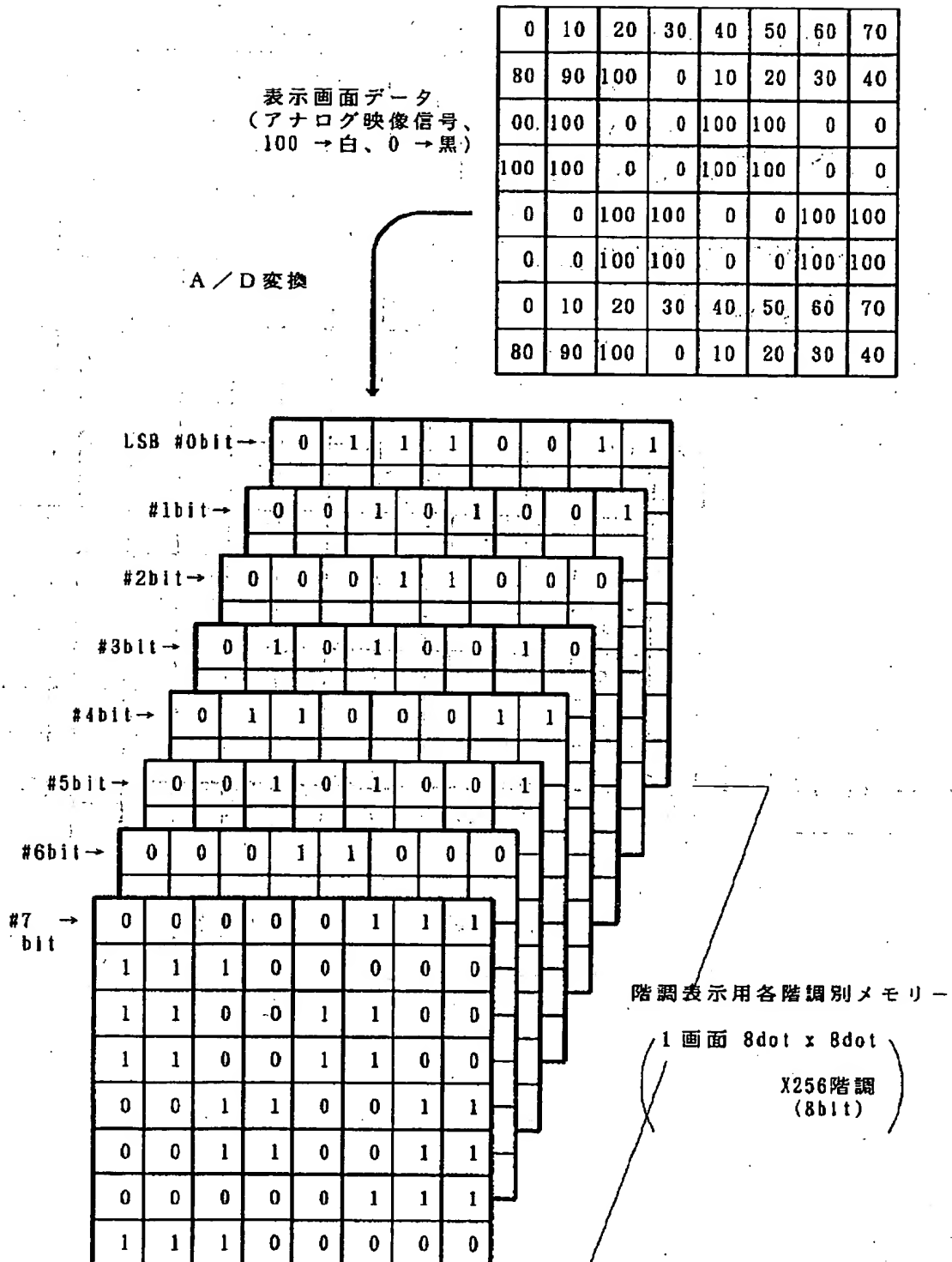
(13)

【図6】



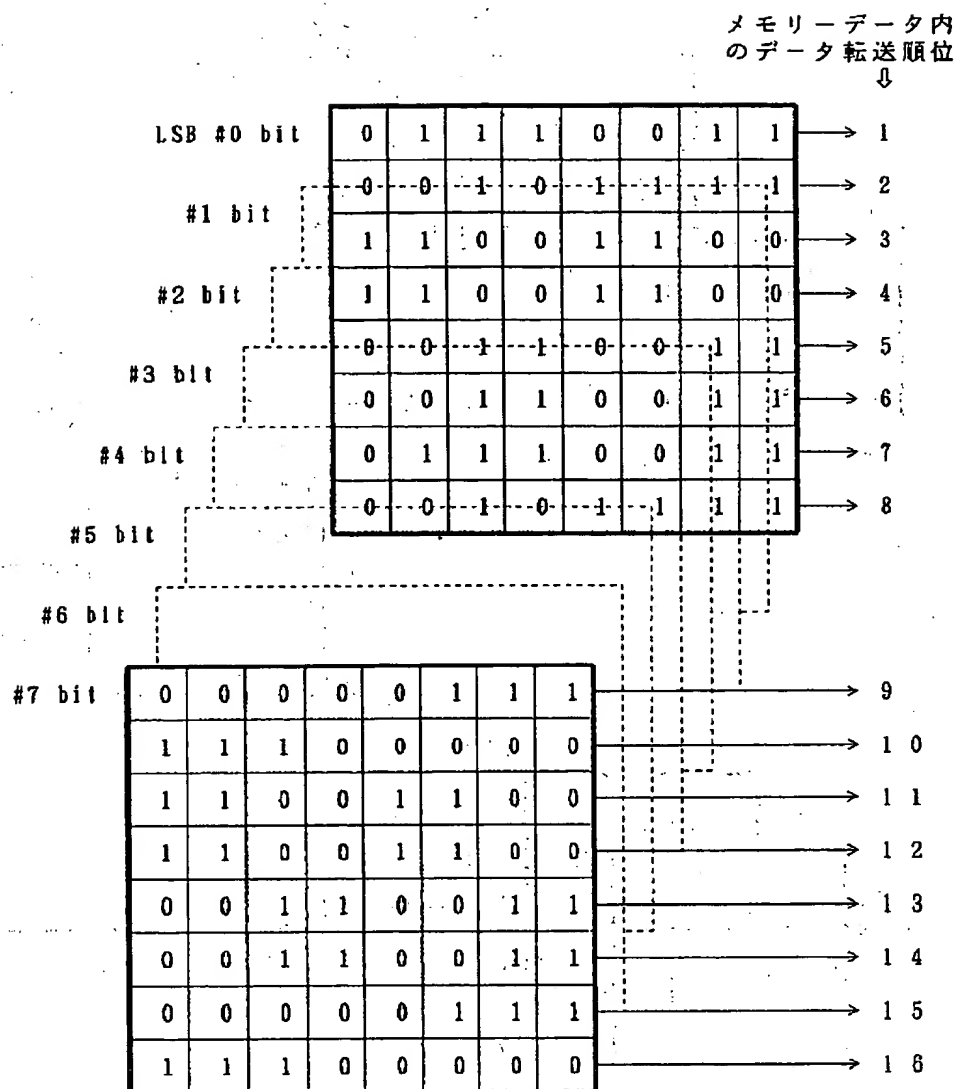
(14)

【図7】



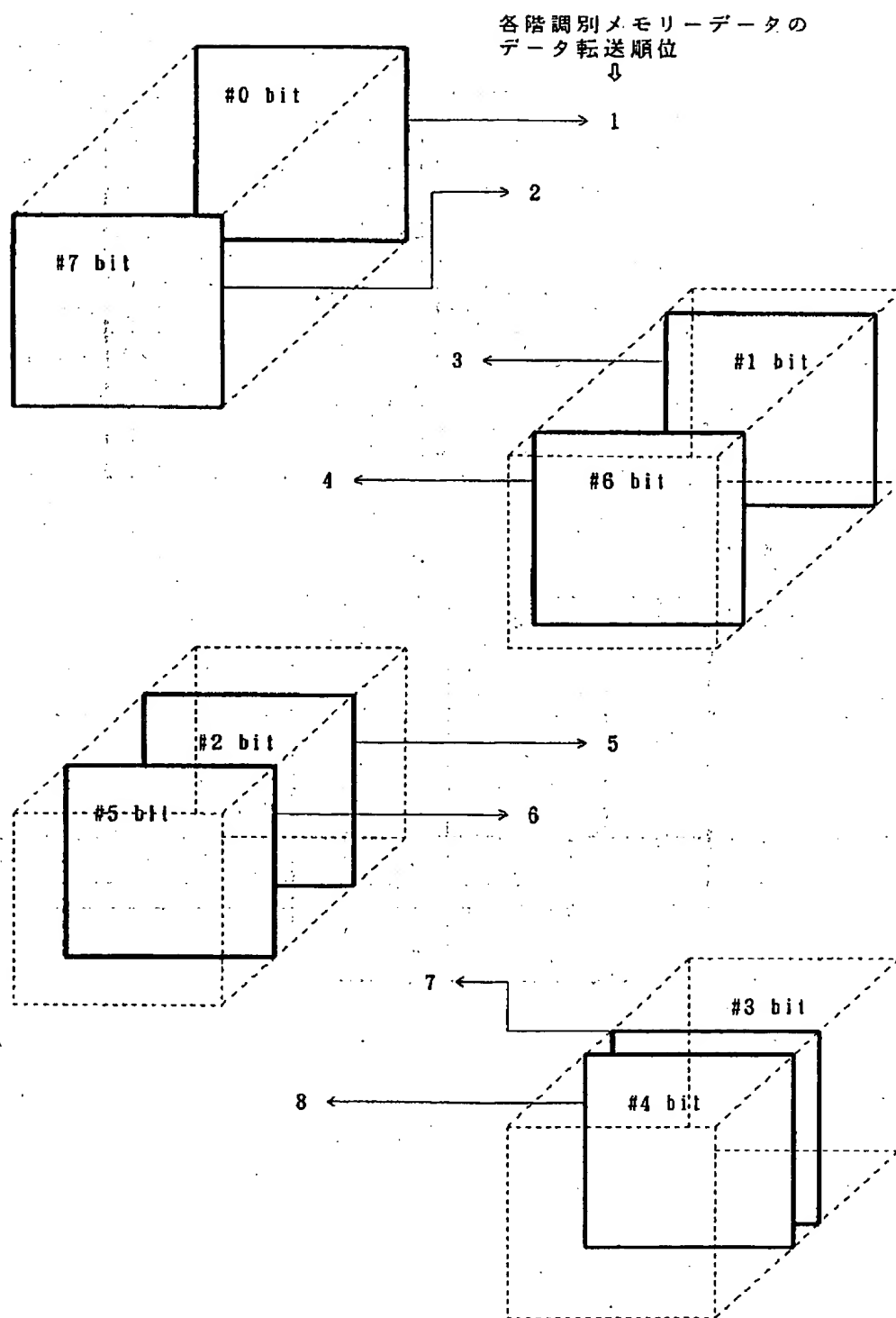
(15)

【図8】



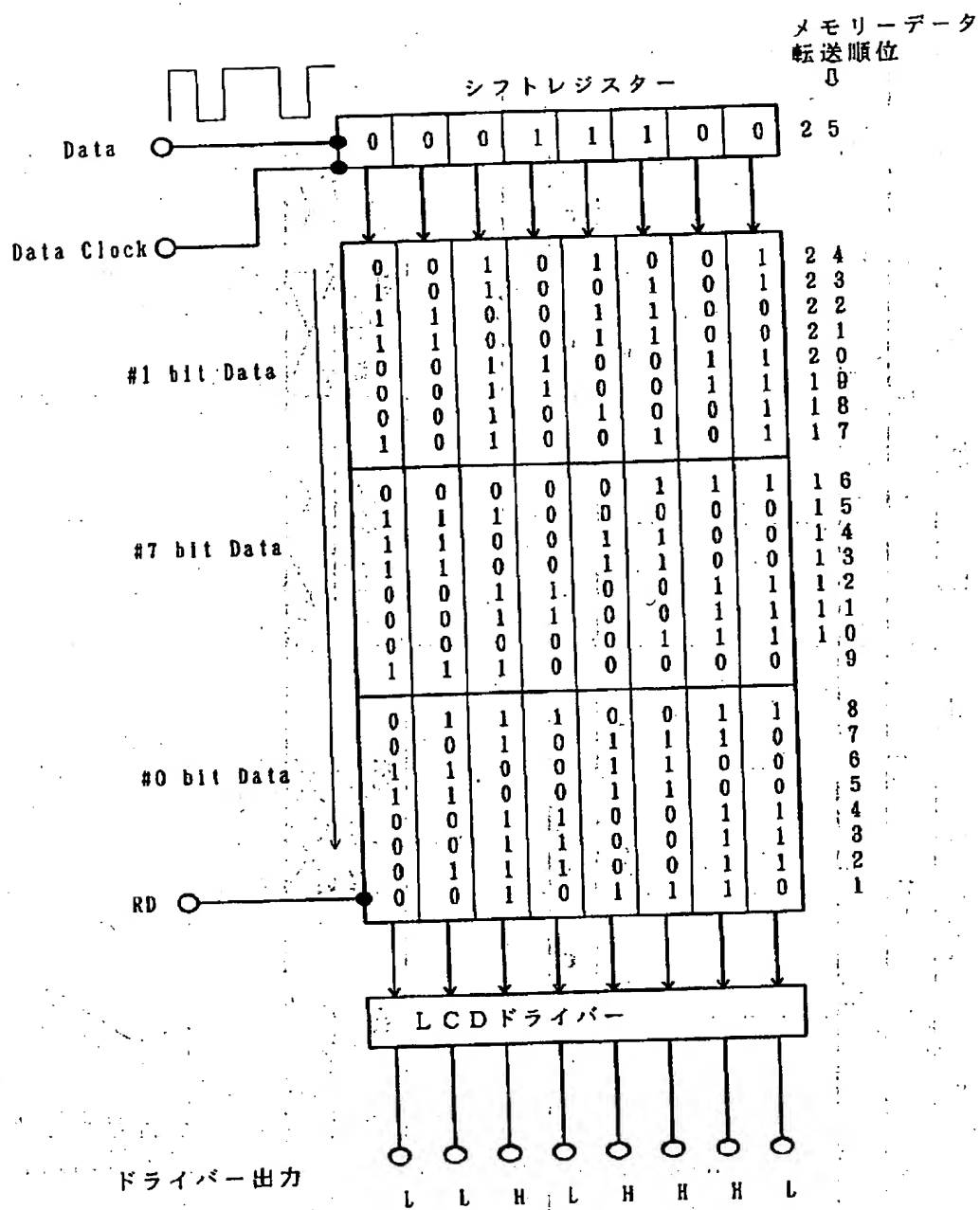
(16)

【図9】



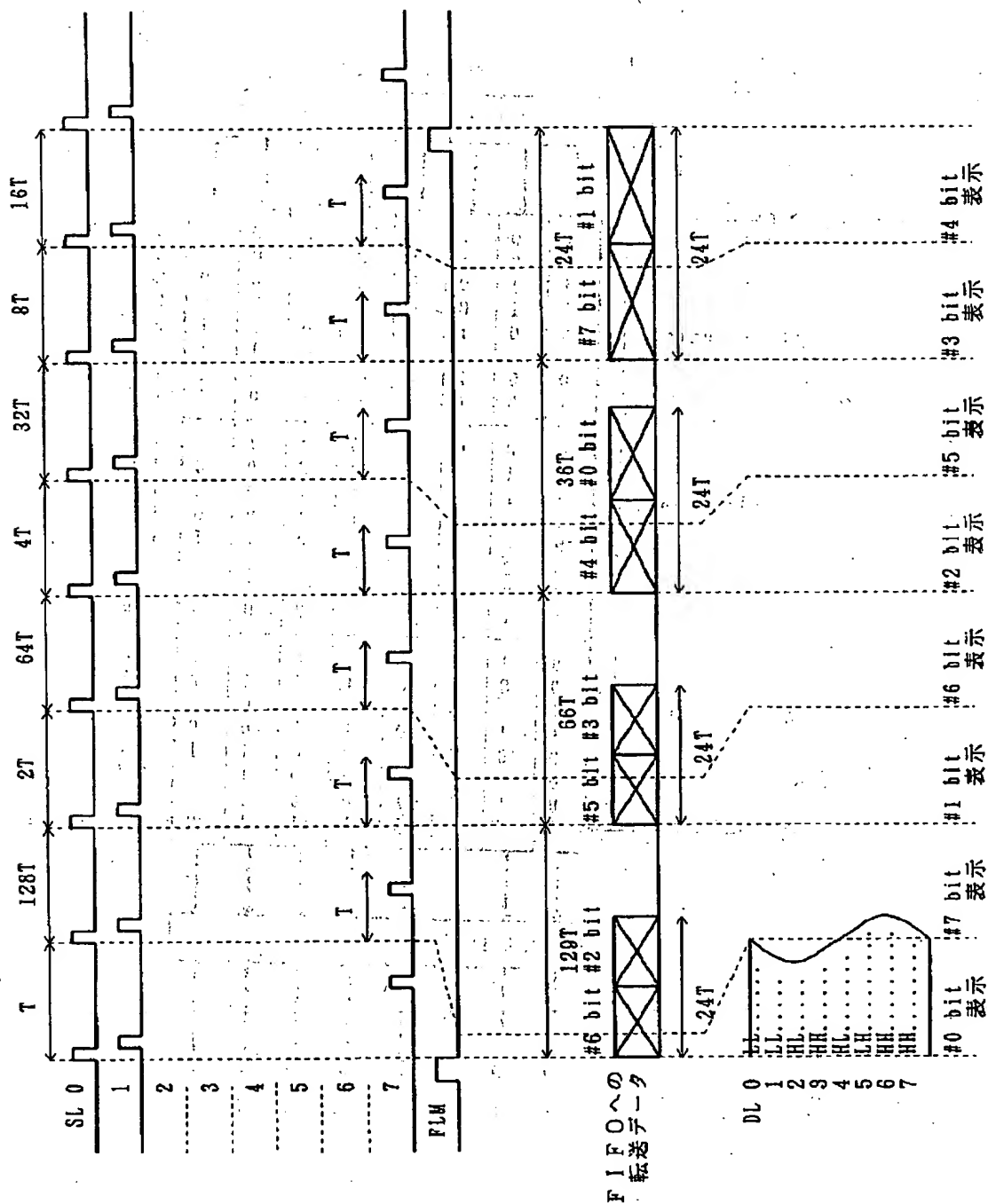
(17)

【図10】



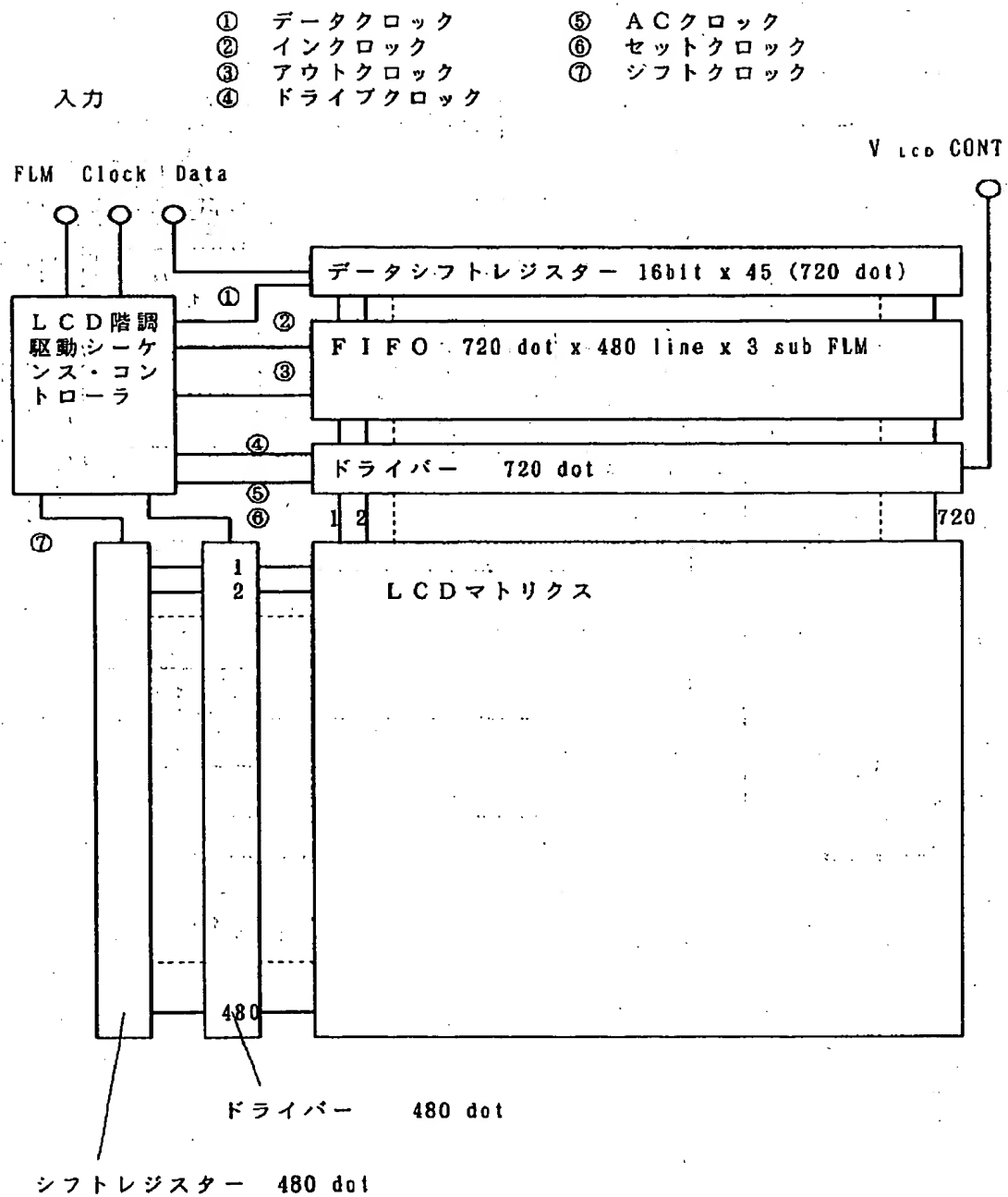
(18)

【図11】



(19)

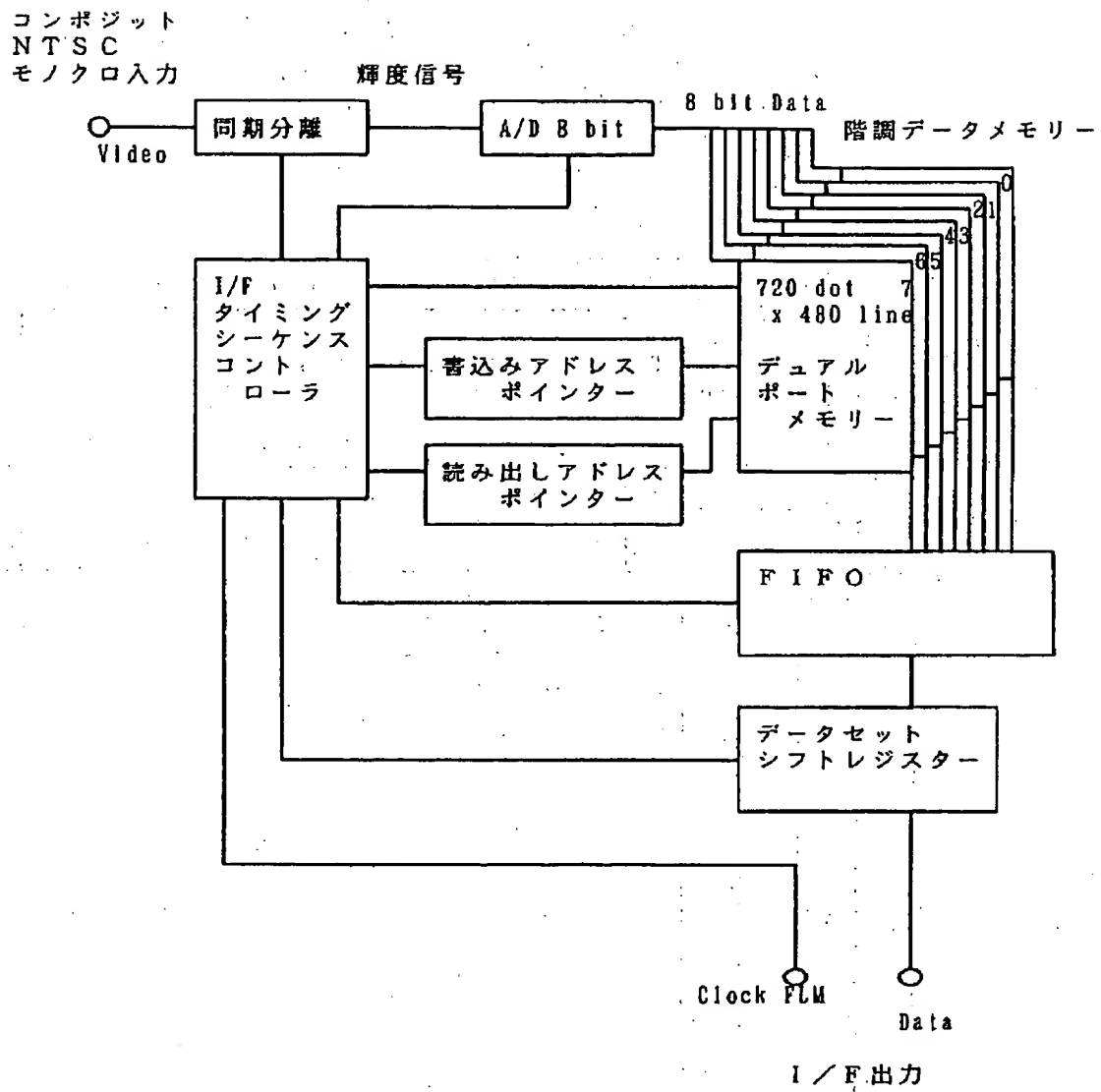
【図12】



720×480ドットモノクローム256階調LCD駆動回路ブロック図

(20)

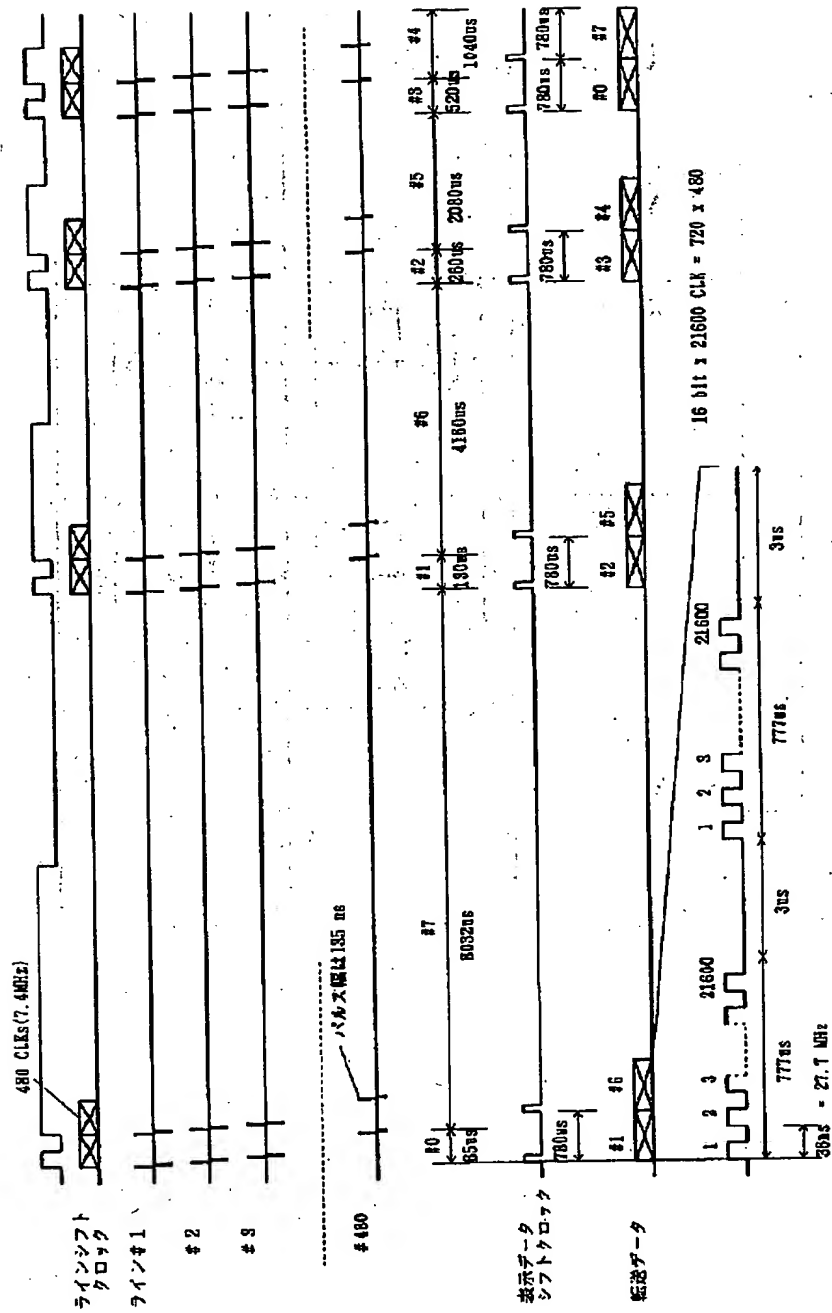
【図13】



720×480ドット256階調LCDとNTSCモノクロ信号のI/F回路

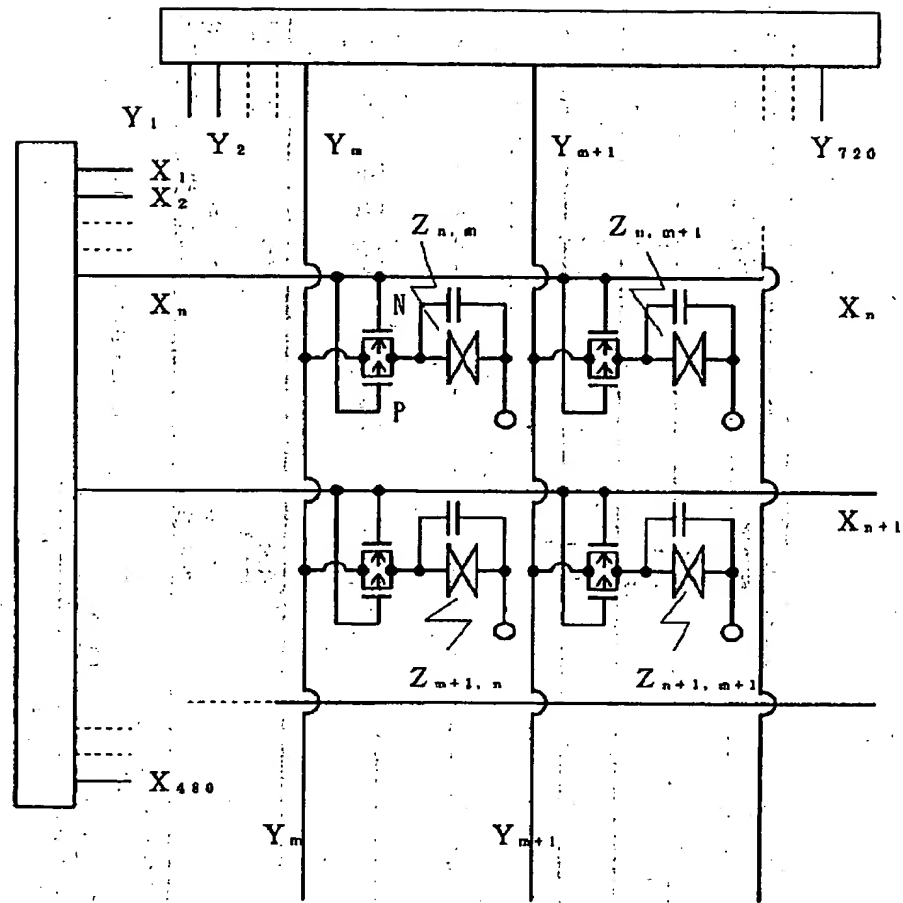
(21)

【図14】



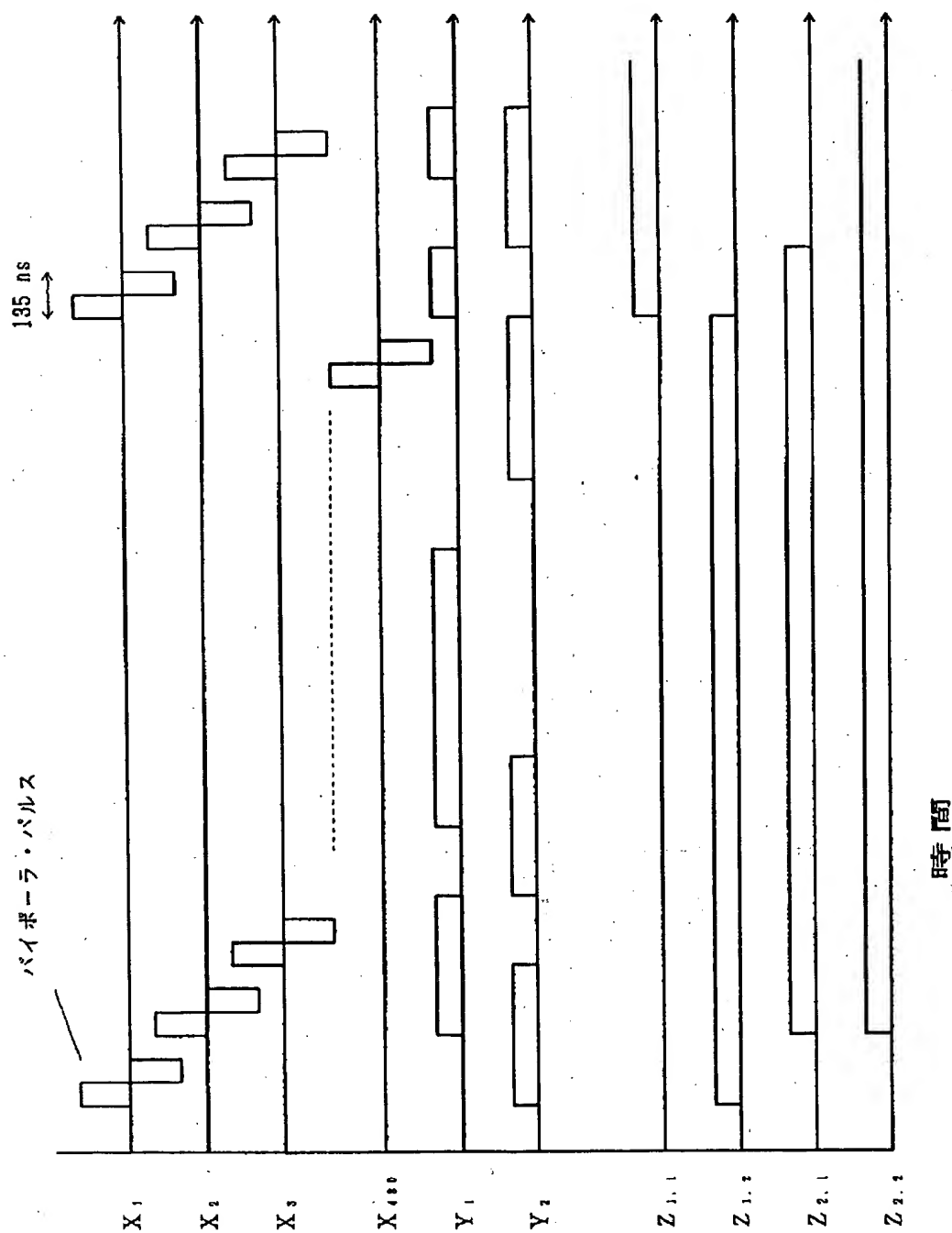
(22)

【図15】



(23)

【図16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

H 0 4 N 5/66

識別記号 庁内整理番号

A 7205-5C

1 0 2 B 7205-5C

F I

技術表示箇所

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-035202

(43)Date of publication of application : 12.02.1993

(51)Int.Cl.

G09G 3/20
G02F 1/00
G02F 1/133
G02F 1/136
G09G 3/36
H04N 5/66
H04N 5/66

(21)Application number : 03-209869

(71)Applicant : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD

(22)Date of filing : 27.07.1991

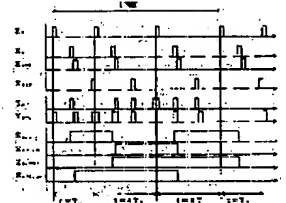
(72)Inventor : YAMAZAKI SHUNPEI
HIROKI MASAOKI
TAKEMURA YASUHIKO

(54) METHOD AND DEVICE FOR DISPLAYING IMAGE OF ELECTRO-OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make a gradational display which is precise and in small influence of variance among elements by making a digital system gradational display.

CONSTITUTION: An active matrix type electro-optical device digitizes an externally supplied analog video signal with binary notation, stores the digital signal temporarily, and outputs it to a next stage circuit in proper order. Namely, signal lines X1-X480 are connected to the gate electrodes of respective TFTs. Then rectangular pulse signals are applied in order. Signal lines Y1-Y640, on the other hand, are connected to the source or drain electrodes of the respective TFTs, and signals consisting of plural pulses are applied thereto. In this case, the signals are outputted to the active matrix electro-optical device while the output timing is controlled to perform optional digital control over the time when a voltage is applied to picture elements $Z_{n,m}$, $Z_{n,m+1}$, $Z_{n+1,m}$, and $Z_{n+1,m+1}$, thereby obtaining a visual stepwise display.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.1992

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.09.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration] withdrawal

[Date of final disposal for application] 26.12.1996

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] a substrate top — the signal lines X1 and X2 of N book, and .. Xn and .. XN the signal lines Y1 and Y2 of M book which intersects perpendicularly with it, and .. Ym and .. YM With wiring formed in the shape of a matrix In the crossing field of each matrix, at least one N channel mold thin film transistor It has ZMN. or the pixel Z11 prepared in the P channel mold thin film transistor and the crossing field of each signal line, Z12, and ... Zmn and ... The output terminal of each thin film transistor is connected to one side of the electrode of the electrostatic equipment which constitutes each pixel. the control electrode of this thin film transistor — signal lines X1 and X2 and .. Xn and .. XN — an input terminal — signal lines Y1 and Y2 and .. Ym and .. YM In the connected electro-optic device signal line Xn of arbitration the time of making i into the limited natural number in the pulse impressed — spacing of the pulse of the i-th and eye watch (i+1) — T1 Spacing of the pulse of eye watch and the pulse of eye watch (i+2) is 2N T1 (T1 is a constant and N is an integer). (i+1) Respectively, when expressed, for spacing of the pulse of eye watch (i+2) and eye watch (i+3), spacing of the pulse of 2T1, eye watch (i+3), and eye watch (i+4) is 2N-1 T1. The image display approach of the electro-optic device characterized by what is expressed, respectively [claim 2] The electro-optics indicating equipment characterized by having the first in first out memory apparatus linked to the indicating equipment and the 1st active-matrix indicating-equipment drive circuit which have a active matrix, and the 1st drive circuit, a shift driver linked to said first in first out memory apparatus, and a shift driver linked to the 2nd active-matrix indicating-equipment drive circuit and the 2nd drive circuit.

[Claim 3] The first in first out memory apparatus linked to the indicating equipment and the 1st active-matrix indicating-equipment drive circuit which have a active matrix, and the 1st drive circuit. In the electro-optics display which has a shift driver linked to said first in first out memory apparatus When making N into the limited natural number of arbitration, while outputting the Nth picture signal to said active-matrix display The image display approach characterized by memorizing the video signal of eye watch (N+1) and eye watch (N+2) at said first in first out memory apparatus.

[Claim 4] The arithmetic unit which makes the video signal of an analog the digital video signal of k figures (k is even number) by the binary system operation, The first in first out memory apparatus linked to the indicating equipment and the 1st active-matrix indicating-equipment drive circuit which have a active matrix, and the 1st drive circuit, In the electro-optics display which has a shift driver linked to said first in first out memory apparatus While outputting the picture signal of the ** (k-2j+1) digit (j is the integer of $j < k/2$) of a digital signal to said active-matrix display The image display approach characterized by memorizing the video signal of a ** (2j-1) digit, and transmitting the video signal of a ** (k-2j+2) digit to said first in first out memory apparatus at said first in first out memory apparatus.

[Claim 5] The arithmetic unit which makes the video signal of an analog the digital video signal of k figures (k is even number) by the binary system operation, The first in first out memory apparatus linked to the indicating equipment and the 1st active-matrix indicating-equipment drive circuit which have a active matrix, and the 1st drive circuit, In the electro-optics display which has a shift driver linked to said first in first out memory apparatus While outputting the picture signal of the ** (k-2j) digit (j is the integer of $j < k/2$) of a digital signal to said active-matrix display The image display approach

characterized by memorizing the video signal of a $2j$ digit, and transmitting the video signal of a $2j+1$ digit to said first in first out memory apparatus at said first in first out memory apparatus.

[Claim 6] The arithmetic unit which makes the video signal of an analog the digital video signal of k figures (k is even number) by the binary system operation, The first in first out memory apparatus linked to the indicating equipment and the 1st active-matrix indicating-equipment drive circuit which have a active matrix, and the 1st drive circuit, In the electro-optics display which has a shift driver linked to said first in first out memory apparatus After the picture signal of a $2j+1$ digit (j is the integer of $j < k/2$) was inputted into said first in first out memory apparatus among said digital video signals, The image display approach characterized by inputting the video signal of a $2j-1$ digit into said first in first out memory apparatus.

[Claim 7] The arithmetic unit which makes the video signal of an analog the digital video signal of k figures (k is even number) by the binary system operation, The first in first out memory apparatus linked to the indicating equipment and the 1st active-matrix indicating-equipment drive circuit which have a active matrix, and the 1st drive circuit, In the electro-optics display which has a shift driver linked to said first in first out memory apparatus After the picture signal of a $2j$ digit (j is the integer of $j < k/2$) was inputted into said first in first out memory apparatus among said digital video signals, The image display approach characterized by inputting the video signal of a $2j$ digit into said first in first out memory apparatus.

[Claim 8] The arithmetic unit which makes the video signal of an analog the digital video signal of k figures (k is even number) by the binary system operation, The store which accumulates the signal of k figures for every digit, and the display which has a active matrix, The first in first out memory apparatus linked to the 1st active-matrix display drive circuit and the 1st drive circuit, In the electro-optics display characterized by having a shift driver linked to said first in first out memory apparatus The image display approach of the electro-optic device characterized by sending a digital video signal to said shift driver from said store.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Application of the Invention] This invention relates to the gradation method of presentation for obtaining the expression of an in-between color tone or a shade especially in the image display approach in the liquid crystal electro-optic device which used the thin film transistor (it is called Following TFT) as a switching element for a drive. Especially this invention relates to the so-called perfect digital gradation display which performs a gradation display, without impressing any analog signals to an active component from the exterior.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since dielectric constants differ from the matter property to a horizontal direction and a perpendicular direction to a molecule shaft, to external electric field, it arranges horizontally or a liquid crystal constituent can perform making it have arranged perpendicularly enough easily. The liquid crystal electro-optic device is performing the display of ON/OFF, i.e., light and darkness, using the anisotropy of this dielectric constant by controlling the amount of transmitted lights or the amount of dispersion of light. As a liquid crystal ingredient, the ingredient called TN (twin SUTEDDO pneumatic) liquid crystal, STN (super twin SUTEDDO pneumatic) liquid crystal, a ferroelectric liquid crystal, antiferroelectricity liquid crystal, polymer liquid crystal, or distributed liquid crystal is known. It is known that liquid crystal will require fixed time amount which will exist by the time it reacts and answers short time amount to foreign voltage at infinity. The value is peculiar to each liquid crystal ingredient; and, in the case of TN liquid crystal, in the case of several 10 msec(s) and STN LCD, is [in the case of several 100 msec(s) and a ferroelectric liquid crystal] several 10 msec(s) in the case of several 10microsec, distributed process input output equipment, or polymer liquid crystal.

[0003] The active matrix was used for that from which the image quality which was most excellent among the electro-optic devices using liquid crystal is acquired. In the liquid crystal electro-optic device of the conventional active-matrix mold, TFT of the type of either P type or N type was used for one pixel at TFT using the semi-conductor of amorphous or a polycrystal mold, using a thin film transistor (TFT) as an active component. That is, generally the N channel mold TFT (it is called NTFT) is connected with the pixel at the serial. And when the signal was impressed to TFT prepared in the part where the signal line of a matrix and a sink and each signal line cross a signal level at right angles from both sides, it was what controls ON/OFF of a liquid crystal pixel according to an individual using TFT being in ON condition. By controlling a pixel by such approach, the large liquid crystal electro-optic device of contrast is realizable.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in such an active matrix, it was very difficult to perform gradation displays, such as light and darkness and a color tone. Conventionally, the method using a gradation display changing the light transmission nature of liquid crystal with the magnitude of the electrical potential difference impressed was examined. This was what is going to apply the electrical potential difference of the magnitude to a liquid crystal pixel by supplying a suitable electrical potential difference from a circumference circuit between the source drains of TFT for example, in a matrix, and impressing a signal level to a gate electrode in the condition.

[0005] However, also at the lowest by such approach, the electrical potential difference built over a liquid crystal pixel in fact for the heterogeneity of TFT or the heterogeneity of matrix wiring has changed also several% with each pixels, for example. On the other hand, for example, since the electrical-potential-difference dependency of whenever [light transmission / of liquid crystal] had very strong non-linearity and light transmission nature changed rapidly on a certain specific electrical potential difference, also in the difference which is several % even if, light transmission nature might differ remarkably. Therefore, it was a limitation to attain 16 gradation in fact. For example, in TN liquid crystal ingredient, when the so-called transition region where light transmission nature changes from ON condition to an OFF condition had only the width of face of 1.2V and 16 gradation was used as an achievement plug, control of the small electrical potential difference of 75mV which divided into 16 narrow electrical-potential-difference width of face called 1.2V needed to be completed, therefore the manufacture yield became remarkably low.

[0006] Thus, it was very disadvantageous for a gradation display to be difficult, when competing with CRT (cathode-ray tube) whose liquid crystal display unit is the conventional common display. This invention aims at proposing the completely new approach for realizing the difficult gradation display conventionally.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Now, although it said previously that it is possible to control the light transmission nature by controlling in analog the electrical potential difference applied to liquid crystal, this invention people found out that gradation could be obtained visually by controlling the time amount which the electrical potential difference has required for liquid crystal.

[0008] For example, it turned out that it is possible to change brightness by impressing a wave electrical potential difference as shown in drawing 1 in the so-called Nor Marie Black, i.e., the pixel designed so that it may be in the condition that there is no light transmission nature (black), in the condition of not impressing an electrical potential difference to a liquid crystal pixel, to a pixel when TN (Twisted Nematic) liquid crystal which is a typical liquid crystal ingredient is used. namely, "1" of drawing 1, "2", and ... it can be gradually made bright in the sequence "15." That is, in the example of drawing 1, the display of 16 gradation is possible. "1" is the brightest and "15" is the darkest in Nor Marie White (light transmission nature is shown in the condition that the electrical potential difference is not impressed) which is the mode in which Nor Marie Black is reverse with a natural thing.

[0009] At this time, the pulse of the die length of one unit is impressed by "1." Moreover, the pulse of the die length of two units is impressed in "2." In "3", the pulse of one unit and the pulse of two units are impressed, and the pulse of the die length of three units is impressed as a result. The pulse of the die length of four units is impressed in "4." In "5", the pulse of one unit and the pulse of four units are impressed, and the pulse of two units and the pulse of four units are impressed in "6." Furthermore, the pulse of the die length of 15 units can be acquired as a result by preparing the pulse of the die length of eight units.

[0010] That is, the display of $24 = 16$ gradation is attained by combining appropriately four kinds of pulses of one unit, two units, four units, and eight units. Furthermore, an altitude gradation display called 32 gradation, 64 gradation, 128 gradation, and 256 gradation is attained by preparing many pulses like 16 units, 32 units, 64 units, and 128 units, respectively. For example, what is necessary is just to prepare eight kinds of pulses, in order to obtain 256 gradation displays.

[0011] moreover, the persistence time of the electrical potential difference impressed to a pixel in the example of drawing 1 — beginning T1 and a degree — 2T1 and its degree — 4T1 as — although the arranged example was shown so that it might increase in geometrical progression — this — for example, drawing 3 — like — the beginning — T1 and a degree — 8T1 and its degree — 2T1 and the last — 4T1 ***** — it is good. Thus, by making it arrange, the burden of the equipment which transmits data to an indicating equipment can be reduced.

[0012] If this invention is not carried out, as a liquid crystal ingredient, TN liquid crystal, STN LCD and a ferroelectric liquid crystal, antiferroelectricity liquid crystal, and distributed (polymer) liquid crystal are suitable. Moreover, although it differed delicately by which liquid crystal ingredient the pulse width of one unit chooses, it became clear that 100 or less msec is suitable 10ns or more in the case of TN liquid crystal ingredient.

[0013] What is necessary is just to construct the matrix circuit which used the thin film transistor as shown in drawing 4, in order to carry out this invention. The circuit shown in drawing 4 is the same as the circuit used for the active-matrix mold display using the conventional TFT. The example of one pixel of such a active-matrix mold display is shown in drawing 5. In drawing, a field 12 shows NTFT (or PTFT) made for example, in polish recon, and an electrode 14 is the gate electrode. And wiring 11 is gate wiring, and this functions as an X-ray. Moreover, wiring 10 is wiring linked to the source of TFT, and functions as a Y line. Moreover, wiring 15 is wiring for forming the capacitor in drawing 4, and this is prepared through an insulating material in the bottom of the pixel electrode 13.

[0014] In drawing 4, the capacitor is artificially inserted in the capacitor of a pixel, and juxtaposition. Through the parasitic capacitance between a gate electrode and a drain field, an X-ray carries out capacity coupling of it to a pixel electrode, and the capacitor inserted at this time also has the effectiveness which controls changing the potential of a pixel electrode by fluctuation of the potential of an X-ray while it has the effectiveness which controls that the electrical potential difference of a pixel

falls by natural discharge of a pixel.

[0015] About especially the latter, in approximation, the magnitude of potential fluctuation is proportional to the parasitic capacitance between a gate, the source, and a drain, and in inverse proportion to the capacity of a liquid crystal pixel. In a liquid crystal display unit, to the ability to control the capacity of a pixel comparatively easily, dispersion in parasitic capacitance tends to become large, therefore when the capacity of a liquid crystal pixel is small, dispersion in the parasitic capacitance of a gate may influence greatly (for example, when the area of a liquid crystal unit pixel is small etc.), and a shade may completely become random by each pixel. It is an important problem when it is going to perform a gradation display as what has the electrical potential difference fixed like especially this invention which is impressed to a pixel and maintained. It is important to be, although carried out, to add capacity in this way, to enlarge capacity of a liquid crystal pixel seemingly, to suppress the effectiveness of the parasitic capacitance of a gate, and to make fluctuation of liquid crystal potential small.

[0016] Moreover, actuation which was stable to pixels, such as a liquid crystal cell, and excelled [pixels] in repeatability, without forming such an artificial capacitor by making the electrostatic capacity of a pixel increase and therefore making the time constant of discharge of a pixel increase by making organic ferroelectric materials, such as tetrafluoroethylene and poly vinylidene fluoride, contain can be carried out.

[0017] However, since it is leading to the fall of a working speed, as for adding an excessive capacity, it is not desirable to add a capacitor in this way. therefore, number [of the capacity of ten to 100 times of parasitic capacitance or liquid crystal pixel original of a gate] - 10 or less times is preferably suitable about 100 times. [magnitude / of the capacity to add]

[0018] In such a circuit, it is possible by controlling the gate voltage of each thin film transistor, and the electrical potential difference between source drains to control ON/OFF of the electrical potential difference impressed to a pixel. In this example, although the number of matrices was 640x480, in order to avoid complicatedness, it was shown only near the n line m train. A perfect thing will be obtained if the same thing as this is developed vertically and horizontally. The example of operation using this circuit is shown in drawing 2 .

[0019] signal lines X1 and X2 and .. Xn, Xn+1, and .. X480 (it is hereafter named an X-ray generically) — every — it connects with the gate electrode of TFT. And as shown in drawing 2 , a rectangular pulse signal is impressed in order. on the other hand — signal lines Y1 and Y2 and .. Ym, Ym+1, and .. Y640 (it is hereafter named Y line generically) — every — although it connects with the source (or drain electrode) of TFT, the signal which consists of two or more pulses is too impressed to this. In this pulse train, it is the time amount T1 of one unit. 640 information is included in inside.

[0020] Below, it is four pixels Zn and m, Zn+1, m, Zn, m+1, Zn+1, and m+1. Since the electrical potential difference which is a pixel unless a signal comes to the both sides of a gate electrode and a source electrode, although observed does not change, it is related with these four pixels, and it is a signal line Xn and Xn+1. And Ym and Ym+1 What is necessary is just to observe.

[0021] A rectangular pulse is Xn as shown in drawing. The case where it is impressed is considered. Now, four pixels Zn and m, Zn, m+1, Zn+1, m, Zn+1, and m+1 It is Ym if it is observing. And Ym+1 What is necessary is just to observe the condition at that time. this time — Ym **** — a signal — it is — Ym+1 **** — since there is no signal — after all — pixels Zn and m An electrical-potential-difference condition, Zn, and m+1 It will be in a non-electrical-potential-difference condition. And since the electrical-potential-difference condition of a pixel is maintained by the capacitor of a pixel by cutting the pulse of an X-ray early rather than the electrical potential difference applied to Y line, they are Pixels Zn and m. An electrical-potential-difference condition is maintained. Henceforth, it is Xn next. The condition of each pixel continues fundamentally until a signal is impressed.

[0022] Subsequently, Xn+1 A pulse is impressed. Then, it is Ym as shown in drawing. A non-electrical-potential-difference condition and Ym+1 Since it is in an electrical-potential-difference condition, they are pixel Zn+1 and m. A non-electrical-potential-difference condition, pixel Zn+1, and m+1 It will be in an

electrical-potential-difference condition, and maintaining each condition is continued the same with having stated previously.

[0023] Next, it is X_n previously. After a pulse is impressed, it is time amount T_1 . It is a signal line X_n behind. It is Y_m when the 2nd pulse is impressed. And Y_{m+1} Since it is in a non-electrical-potential-difference condition and an electrical-potential-difference condition, they are Pixels Z_n and m , respectively. To a non-electrical-potential-difference condition, it is Pixel Z_n and $m+1$. A condition changes to an electrical-potential-difference condition, respectively. Furthermore, X_{n+1} A pulse is impressed. Then, it is Y_m as shown in drawing. Y_{m+1} Since it is in an electrical-potential-difference condition, they are pixel Z_{n+1} and m . Z_{n+1} and $m+1$ It will be in an electrical-potential-difference condition. At this time, pixel Z_{n+1} and $m+1$ will continue an electrical-potential-difference condition.

[0024] Then, time amount $4T_1$ Behind, the 3rd signal is X_n . It is impressed. Then, it is Y_m . Y_{m+1} Since it is in an electrical-potential-difference condition, they are Pixels Z_n and m . It changes from a non-electrical-potential-difference condition to an electrical-potential-difference condition, and is Pixel Z_n and $m+1$. An electrical-potential-difference condition will be continued. Furthermore, X_{n+1} A pulse is impressed. Then, it is Y_m . Since Y_{m+1} is in a non-electrical-potential-difference condition, they are pixel Z_{n+1} and m . Z_{n+1} and $m+1$ It will be in a non-electrical-potential-difference condition, and an electrical-potential-difference condition will all be completed.

[0025] Then, time amount $2T_1$ Behind, the 4th signal is X_n . It is impressed. Then, it is Y_m . Y_{m+1} Since it is in a non-electrical-potential-difference condition, they are Pixels Z_n and m . Pixel Z_n and $m+1$ It changes from an electrical-potential-difference condition to a non-electrical-potential-difference condition. Furthermore, X_{n+1} Although a pulse is impressed, it is Y_m too. Y_{m+1} Since it is in a non-electrical-potential-difference condition, they are pixel Z_{n+1} and m . Z_{n+1} and $m+1$ It is still a non-electrical-potential-difference condition.

[0026] Thus, one period is completed. In the meantime, three pulses are impressed to X lines each, and the information signal of $3 \times 480 = 1440$ is impressed to Y lines each. moreover, the time amount of this one period — $1T_1 + 2T_1 + 4T_1 = 7T_1$ it is — T_1 ***** — for example, $10\text{ns} - 10\text{msec}$ are suitable. and — if each pixel is observed — pixels Z_n and m **** — time amount T_1 A pulse and $2T_1$ a pulse impresses — having — visual — $3T_1$ The same effectiveness as that to which the pulse was impressed is acquired. That is, the brightness of "3" is obtained. the same — Pixel Z_n , $m+1$, pixel Z_{n+1} , m , Z_{n+1} , and $m+1$ **** — the brightness of "4", "6", and "5" is obtained after all.

[0027] The Takashina tone is more possible by adding much more pulse signals in the above example, although the display of 8 gradation is possible. For example, the Takashina tone display of 256 gradation can be attained by adding 5 times of pulses to X lines each further, considering as a total of eight pulses, and impressing the information signal of $8 \times 480 = 3840$ to Y lines each into 1 period (one screen).

[0028] It is spacing of the pulse impressed to an X -ray in the example of drawing 2 to $4T_1$ and its degree in T_1 and a degree at first $2T_1$ It carried out. This method is close to the example of drawing 3, and data transfer can be easily operated by doing in this way. Below, the configuration of a circumference circuit also including a data transfer is shown, and the profitableness of this invention is explained.

[0029] Drawing 6 shows the body of a display and the situation of a circumference circuit for carrying out this invention. In order to simplify explanation, matrix-size of a screen was made into the small thing of 8×8 . Considering as the description of this invention is having added the first in first out memory apparatus (henceforth FIFO) to the exterior of the driver of Y line. That is, by this FIFO, the data which should be supplied to Y line are stocked temporarily, and it outputs to Y line, i.e., a display, after that. Moreover, although the data impressed to Y line were an analog signal conventionally, in this invention, it is a digital signal. Conversely, since it was possible to have digitized a signal when saying, it can be said that FIFO was able to be added. Thus, by adding FIFO, the flow of a signal can be equalized and, therefore, the burden of the drive circuit before the shift register of drawing 6 can be mitigated.

[0030] It can be explained as the burden of a drive circuit as follows. That is, when the signal of Y line of

drawing 2 is observed, it is T1 of the beginning. In between, no less than 480 information signals are impressed to Y line. However, the following 4T1 Although 480 signals are impressed also in between, since time amount has increased 4 times, a consistency is a quadrant. Moreover, the following 2T1 The consistency of the signal of a between is the one half of the first thing. Thus, when unevenness is in the consistency of a signal, a circuit must be designed based on the case of being the highest-density. Therefore, a shift register is T1. Processing 480 signals in between is called for.

[0031] However, T1 of the beginning The following 4T1 When data are mixed and are transmitted, it is 5T1. Since it is 960 signals at time amount, it is T1. What is necessary will be just to transmit the data of 192 hits. Then, FIFO can be prepared and the burden placed on a shift register can be mitigated by stocking data temporarily. It is like [if this compares and says] a dam. Since the water of a fixed flow rate is flowing into the dam and the water of a constant rate is always stored in the dam, according to down-stream need, the degree of freedom which emits water so much or emits it little by little is obtained.

[0032] Furthermore, it enabled it to control finely the shift register of an X-ray and Y line, and the timing of FIFO by the logic sequencer at drawing 6.

[0033] Actuation of this invention is illustrated as follows. For example, as shown in drawing 7, the signal inputted as a usual analog video signal is immediately made a digital signal by binary system data processing. For example, it considers as a 8 bits (8 figures) digital signal. In this example, 00011001 is changed for 10 of an analog signal and 00110011 and 100 are changed for 20 like 11111111, for example. The display of 28 = 256 gradation is attained by considering as 8 bits. Similarly, when 64 gradation is required and 6 bits and 16 gradation are required, it changes into a 4-bit signal. Moreover, for example, in 128 gradation displays, it is changed into a 7-bit signal.

[0034] Next, the signal changed in this way is temporarily accumulated in memory. However, each data at this time is not stored as a mass of 8-bit data. each 8-bit digit exception — 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, and 27 the data distributed to a total of eight pieces, *****, #0, #1, #2, and # — as superficial data called 3, #4, #5, #6, and #7 It distributes to the memory according to gradation for a gradation display, and is stocked. #0-#7 which wanted to know the data of the 1st line 2nd train of a matrix What is necessary is just to see the 2nd train of each of the 1st line of each data of bit. In this case, data called 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, and 1 are stocked by order from #7. Therefore, gradation data are 00011001, and if analogue conversion is carried out in the decimal number system, they will become the figure 10.

[0035] Thus, next, the stocked data are #0, as shown in drawing 8 : It is transmitted to the equipment of the next step sequentially from the 1st line of bit. When transmitted to the 8th line, it is #7 shortly. It is transmitted sequentially from the 1st line of bit.

[0036] #7 when a transfer of bit is completed, it is shown in drawing 9 — as — the following, (#1, #6), and (#2, #5) — as — (#3, #4) it is transmitted. It may be reverse and the sequence of this transfer may be this sequence of (#0, #7), (#6, #1), (#2, #5), and (#4, #3). make it any — since it is at the output time of the data of #3 and #4 as it is shown later that the consistency of an image output becomes the highest in the combination of these data transfers, if it seems that other combination serves as a consistency lower than this combination, especially a problem will not have it. Moreover, what is necessary is to make #7 which do not include image information at all as a dummy signal in this case, to carry out like a 8-bit signal seemingly, and just to perform the above combination, although it is changed into a 7-bit signal (#0, #1, #2, #3, #4, #5, #6) for example, as stated previously when performing 128 gradation displays. Furthermore, the combination of #6, (#0, #5), (#1, #4), and (#2, #3) may be made, and data may be transmitted without using a dummy.

[0037] Supposing it transmits data simply like #0, #1, #2, and ... when transmitting a 8-bit signal for example, it becomes an image output as shown in drawing 1, and equalizes combining data with high output density, and low data, and technical thought of this invention of keeping a consistency low cannot be realized. Of course, even if it performs such data transfer, if processing of the signal in the latter part can fully carry out at high speed, it will be satisfactory in any way.

[0038] Now, the data transmitted in this way are distributed to each train of Y line by the shift register, and are inputted into FIFO. In FIFO, the data inputted previously are sent previously one by one, exactly, it is sent to a LCD driver so that a gelidium jelly may be extruded, and it is outputted to Y lines each. This situation is shown in drawing 10. The rate is not fixed although it described previously that a gelidium jelly type extruded. At the example of drawing 10, it is #0, #7 after the data of bit were extruded It is #1, after the data of bit are extruded and placing time amount for a while. The data of bit are extruded. The situation is shown in drawing 11.

[0039] At drawing 11, it is SL. The signal of the X-ray shown by 0-7, and DL The situation of the signal of Y line shown by 0-7 and the data transfer to Y line is shown. When the data of #0 are outputted to Y line at first, the data of #7 and #1 are stocked by FIFO. # Although the output of 0 is ended by time amount T and #7 are outputted succeedingly, also end it by time amount T. And the data of #7 are held among time amount 127T and on a screen matrix. The data of #2 are inputted into this time amount to which #0 and #7 are outputted via a shift register at FIFO following #6 and it. The time amount which it takes is 12T and total 24T, respectively. Therefore, when the data of #1 were outputted, 1/12 of the data of #6 did not pass to having been inputted into FIFO, but even when the data of #7 were outputted, 1/6 of the entry of data of #6 was completed. The data of #7 are displayed on these entries of data on the screen, and the time amount by which a LCD driver is not moving is mainly used. Since the circuit (for example, a shift register and each memory according to gradation for a gradation display) of the preceding paragraph of FIFO can operate rather than a LCD driver at a low speed, it is light and ends, so that clearly from this. [of the burden]

[0040] Then, the data of #1 are outputted, time amount T is placed after data output completion, and the data of #6 are outputted. And since an opening is made to FIFO by having outputted the data of #1, the following #5 and the data of #3 are inputted. The time amount which this input takes is 24T as well as having required for the entry of data of #6 and #2.

[0041] Thus, the data of #3 and #4 are inputted into FIFO, it is outputted from a LCD driver, one period is completed, and one screen of 256 gradation displays is formed of this. As mentioned above, this is determined by the output time amount of the data of #3 and #4 although the entry-of-data time amount to FIFO was per bit and 12T. That is, after it is held between 7T after the data of #3 stocked by FIFO were outputted by time amount T as shown in drawing, then the data of #4 are outputted by time amount T, it is held between 15T. In the meantime, it is the time amount of 24T. This time amount is shorter than the data maintain period of what-kind of other combination. Therefore, since the data of #7 and the data of #1 must be inputted into FIFO, the maximum of a rate which transmits data to FIFO is determined per bit and as 12T in the meantime. Of course, data may be transmitted more for a short time.

[0042] In the above explanation, although FIFO was a 24x8-bit thing, if this is determined by the scale of the matrix of a display and is NxM, it is 3xNxM.

[0043] Since it is necessary to perform time sharing finely, by the Takashina tone display, as for circuits, such as an active component (TFT), a shift register, a LCD driver, and FIFO, high-speed switching is extremely needed, so that clearly from the above explanation. For example, since it is necessary to let out an animation per second 30 or more sheets, in order to realize 256 gradation, it is $256T1 < 30\text{msec}$, i.e., $T1 < 100\text{microsec}$. Since it follows, for example, 480 signals need to be outputted to Y lines each between 100microsec(s) when the number of X-rays (it has connected with a gate electrode) is 480, and X lines each also need to follow the rate and it is necessary to drive TFT, it is required to impress the pulse for 200 or less ns, and for TFT to be also able to answer such a pulse after all. In the example of drawing 2, although only TFT of NMOS was used, the circuit which has a CMOS circuit may be connected to a pixel in order to gather a working speed. For example, a CMOS inverter circuit, a CMOS deformation inverter circuit, a CMOS deformation buffer circuit, or a CMOS deformation transfer gate circuit may be used.

[0044] Furthermore, although the above explanation did not describe at all the so-called alternating

current-ization which is made to reverse the sense of the electrical potential difference periodically built over liquid crystal for every screen and every number screen, and prevents degradation of the liquid crystal by electrolysis etc. by impressing direct current voltage to liquid crystal for a long time Since it is not contradictory to this invention, it is clear that alternating current-ization may be performed and this invention may be carried out.

[0045] Moreover, it is possible by impressing the suitable bias voltage for the counterelectrode of a pixel to change the substantial electrical potential difference concerning a pixel ingredient. for example, the sense of the electrical potential difference impressed to a pixel ingredient by impressing a suitable electrical potential difference to the counterelectrode of a pixel — both positive/negative — it can get picking. Such actuation is required in a ferroelectric liquid crystal.

[0046] Moreover, although the screen of one line was scanned at a time in order in the above explanation, it cannot be overemphasized that it is also possible to adopt the so-called interlaced-scanning method scanned one line or every multi-line.

[0047]

[Example] The equipment at the time of driving actual monochromatic television (NTSC) is shown in drawing 12 and drawing 13 , and drawing 15 using this invention, and the example of a driving signal is shown in drawing 14 and drawing 16 .

[0048] Drawing 12 shows the screen part and its circumference circuit of television, and the magnitude of the matrix of a screen is 720x480. Therefore, FIFO is $720 \times 480 \times 3 = 1036800$ bit, and the number of the drivers and shift registers of 480 dots and Y line of the driver and shift register of an X-ray is 720. Furthermore, the data shift register of Y line used the thing of 16 bit x45. Such timing was controlled by the LCD gradation drive sequence controller.

[0049] The CMOS (**** type electric field effect component) transfer gate circuit was used for the matrix of a screen using poly-Si TFT. The circuit diagram about the four pixels is shown in drawing 15 . About production, the usual low-temperature heat annealing crystallizing method was adopted. It omits about the detail. In order to carry out high-speed operation of such a circuit efficiently, as shown in drawing 16 , it is good for the X-ray connected to the control electrode to impress the pulse signal (henceforth a bipolar pulse) which a polarity reverses. At this time, the polar sequence of a bipolar pulse, the height of a pulse, and the width of face of a pulse are designed according to the property of a component. Although the example of a transfer gate circuit of operation is shown in drawing 16 , fundamentally, it is the same as the case where the usual NMOS mold circuit is used, except using a bipolar pulse.

[0050] Drawing 13 shows the block diagram of the signal-processing part of television. It is changed into a 8-bit digital video signal by the analog to digital converter (A/D8bit) after the usual analog video signal is detached a synchronized part. This signal After being accumulated in the 720dotx480dotx8bit dual port memory which functions as reading storage according to gradation for a gradation display temporarily, in sequence like drawing 9 R> 9 It is sent out to FIFO (it differs from surrounding FIFO of a matrix) of the next step, and is outputted to the Data input terminal of drawing 12 via a data set shift register from this FIFO. About these circumference circuits, the driver output terminal was altogether connected to the X-ray and Y line by the well-known TAB method using the monolithic IC.

[0051] However, it is also possible to produce the circumference circuit of a matrix especially a driver, FIFO, and a shift register by polish recon to a matrix and coincidence. In that case, since the process of connection of many X-rays and Y line is not required, the yield of a product is made to be able to improve and a price can be reduced.

[0052] The signal added to a circuit is shown in drawing 14 . Pulse width of the signal added to an X-ray was set to 135ns. Since the 16-bit data bus was used for the transfer to the data shift register of data, the pulse of 21600 clocks was used for the transfer of the data per bit (720x480). The data transfer time per bit was set to 780microsec, for example, made it the condition that only 3micro sec did not add a signal, between the data of #6, and the data of #2. The frequency of data for that was 27.7MHz. The

monochrome image of 256 gradation was able to be acquired with liquid crystal equipment as mentioned above.

[0053]

[Effect of the Invention] In this invention, it is characterized by performing the gradation display of a digital method to the gradation display of the conventional analog form. As the effectiveness, for example, the thing for which it varies and the property of all a total of 256,000 TFT(s) is produced that there is nothing when the liquid crystal electro-optic device which has the number of pixels of 640x400 dots is assumed. As opposed to 16 gradation displays being considered to be limitations, if it has difficulty very much and mass-production nature and the yield are actually taken into consideration like this invention. By indicating by gradation only by digital control purely, the gradation display beyond 256 gradation displays was attained, without adding an analog—completely signal. Since it was perfect digital display, even if the ambiguity of the gradation by property dispersion of TFT was completely lost, therefore dispersion in TFT had it a little, the very homogeneous gradation display was possible for it. Therefore, conventionally, since dispersion in the property of TFT would not be made a problem so much by this invention to whose yield having been very bad in order to obtain TFT with little dispersion, the yield of TFT was able to improve and was also able to hold down production cost remarkably.

[0054] For example, since about **10% of property dispersion of TFT existed when the usual analog gradation display is performed to the liquid crystal electro-optic device which created 256,000 sets of TFT(s) of 640x400 dots on 300mm square, 16 gradation displays were limitations. However, since it is hard to be influenced of property dispersion of a TFT component when the digital gradation display by this invention is performed, it became possible to 256 gradation displays, and the display of color variegated [what and 16,777,216 colors] and delicate has been realized in color display. When projecting software like television imagery, tints differ delicately [the "rock" which consists of the same color] from the detailed hollow etc. When it is going to perform the display near natural color, 16 gradation takes difficulty. The gradation display by this invention enabled it to attach change of these detailed color tones.

[0055] Although explanation was added in the example of this invention focusing on TFT which used silicon, TFT using germanium can be used similarly. Since the electron mobility of single crystal germanium exceeds 3600cm² / Vs and especially Hall mobility has exceeded the property of 2/Vs, and the value (they are 2/Vs 480cm at 1350cm² / Vs, and Hall mobility in electron mobility) of single crystal silicon 1800cm, it is the ingredient which was extremely excellent when performing this invention as which high-speed operation is required. Moreover, the temperature of germanium which changes from an amorphous state to a crystallized state is low compared with silicon, and it has turned to the low-temperature process. Moreover, a big crystal is obtained when the rate of karyogenesis in the case of crystal growth generally carries out polycrystal growth small therefore. Thus, even if it compares germanium with silicon, it has the equal property.

[0056] In order to explain the technical thought of this invention, explanation was added by making into an example the electro-optic device which mainly used liquid crystal, especially a display, but in order to apply the thought of this invention, nothing needs to be the display of a direct viewing type and you may be the so-called projection mold television and the other so-called optical switches, and an optical shutter. Furthermore, if an optical property also changes an opto electronics material in response to the electric effects not only of liquid crystal but electric field, an electrical potential difference, etc., it will be clear that this invention is applicable. Furthermore, probably, it will be clear that this invention is applicable in addition to the actuation used by the above explanation also about the gestalt of liquid crystal of operation even if it is use with other modes, for example, use with guest host mode.

[Translation done.]

***NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The example of a drive wave by this invention is shown.

[Drawing 2] The example of a drive wave by this invention is shown.

[Drawing 3] The example of a drive wave by this invention is shown.

[Drawing 4] The example of the matrix configuration by this invention is shown.

[Drawing 5] The example of the planar structure of the component by this invention is shown.

[Drawing 6] The block diagram of the electro-optic device by this invention is shown.

[Drawing 7] The transformation method to the digital image data of the analog image data in this invention is shown.

[Drawing 8] The example of the data transfer sequence in this invention is shown.

[Drawing 9] The example of the data transfer sequence in this invention is shown.

[Drawing 10] The example of the data transfer approach in this invention is shown.

[Drawing 11] The example of the driving signal in this invention is shown.

[Drawing 12] The block diagram of the liquid crystal display in an example is shown.

[Drawing 13] The block diagram of the liquid crystal display in an example is shown.

[Drawing 14] The example of the driving signal in an example is shown.

[Drawing 15] The example of the matrix configuration in an example is shown.

[Drawing 16] The example of the driving signal in an example is shown.

[Translation done.]